



Etude globale des ouvrages hydrauliques de la Kissel et ses affluents

ETUDE DE FAISABILITE

RAPPORT DE PHASE 2 – MISE A JOUR

ARTELIA Ville & Transport
Agence de Strasbourg

15 Avenue de l'Europe
Espace Européen de l'entreprise
67300 Schiltigheim

Tel. : +33 (0) 3 88 04 04 00
Fax : +33 (0) 3 88 56 90 20

SYNDICAT INTERCOMMUNAL DE CURAGE DE
CATTENOM ET ENVIRON

SOMMAIRE

| | |
|---------------------------------------------------------------------|-----------|
| Synthèse et Conclusions | I |
| I. OBJET DE L'ETUDE | I |
| II. DEROULEMENT DES OPERATIONS | I |
| 1. RAPPEL DU CONTEXTE REGLEMENTAIRE | 1 |
| 2. LOCALISATION | 1 |
| 3. HYDROLOGIE | 2 |
| 3.1. DEBITS CARACTERISTIQUES | 2 |
| 3.1.1. Débits de crue | 2 |
| 3.1.2. Débits d'étiage | 3 |
| 3.2. DEBITS CLASSES | 4 |
| 4. GEOLOGIE ET HYDROGEOLOGIE | 4 |
| 5. TRANSIT SEDIMENTAIRE ET DYNAMIQUE ALLUVIALE | 7 |
| 6. QUALITE DES EAUX | 7 |
| 7. ENJEUX PISCICOLES ET ECOLOGIQUES | 8 |
| 7.1. ENJEUX ET OBJECTIFS PISCICOLES | 8 |
| 7.2. STATUTS DE PROTECTION DES ESPECES PISICOLES DU SECTEUR D'ETUDE | 8 |
| 7.3. ZONES D'INTERETS ECOLOGIQUES | 9 |
| 8. ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES | 10 |
| 8.1. LA PECHE DE LOISIR | 10 |
| 8.2. OUVRAGE D'ART | 10 |
| 8.3. ENJEUX ECONOMIQUES | 11 |
| 8.4. RESEAUX | 11 |
| 8.5. EAU POTABLE | 11 |
| 9. FAISABILITE DES SCENARII D'AMENAGEMENT | 11 |
| 9.1. PRINCIPE D'INTERVENTION | 11 |
| 9.2. RAPPEL DU PRINCIPE DE MODELISATION | 12 |
| 9.2.1. Le modèle HEC-RAS | 12 |
| 9.2.1.1. DESCRIPTION DU LOGICIEL | 12 |
| 9.2.1.2. CONSTRUCTION DES MODELES | 13 |
| 9.2.1.3. HYPOTHESES DE MODELISATION | 13 |
| 9.2.1.4. REMARQUE SUR LES LIMITES DU MODELE | 14 |
| 9.2.2. Hypothèses hydrologiques de départ | 14 |
| 9.2.3. Topologie des modèles | 15 |
| 9.2.3.1. MODELE 1 | 15 |
| 9.2.3.2. MODELE 2 | 15 |
| 9.3. OUVRAGES PRINCIPAUX | 16 |
| 9.3.1. ROE117 : au droit de la station d'épuration | 16 |
| 9.3.1.1. CARACTERISTIQUE DE L'OUVRAGE | 16 |
| 9.3.1.2. OBJECTIF ET SCENARII D'AMENAGEMENT | 18 |
| 9.3.2. ROE122 : au droit du bourg d'Hettange-Grande | 22 |
| 9.3.2.1. CARACTERISTIQUE DE L'OUVRAGE | 22 |
| 9.3.2.2. OBJECTIF ET SCENARII D'AMENAGEMENT | 23 |

Etude globale des ouvrages hydrauliques de la Kissel et ses affluents

Etude de faisabilité

RAPPORT DE PHASE 2 – MISE A JOUR

| | | |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| 9.3.3. | ROE127 : à Soetrich | 30 |
| 9.3.3.1. | CARACTERISTIQUE DE L'OUVRAGE | 30 |
| 9.3.3.2. | OBJECTIF ET SCENARII D'AMENAGEMENT | 31 |
| 9.3.4. | ROE52395 : à l'enclave de Garche (Thionville) | 36 |
| 9.3.4.1. | CARACTERISTIQUE DE L'OUVRAGE | 36 |
| 9.3.4.2. | OBJECTIF ET SCENARII D'AMENAGEMENT | 38 |
| 9.4. | OUVRAGES PETITS SEUILS | 42 |
| 9.4.1. | Caractéristiques des ouvrages | 42 |
| 9.4.2. | Objectif et scenarios d'aménagement | 43 |
| 9.4.2.1. | SCENARIOS D'AMENAGEMENT | 43 |
| 9.4.2.2. | COUT ESTIMATIF DES AMENAGEMENTS | 45 |
| 10. | MODALITES ET COUTS DE MAINTENANCE DES PASSES A POISSONS | 45 |
| 11. | BILAN DE L'ETUDE DE FAISABILITE ET PRIORISATION DES ACTIONS | 46 |
| 12. | ETUDES COMPLEMENTAIRES | 2 |
| 13. | SUIVI POST-TRAVAUX | 2 |
| ANNEXE 1 | Localisation des ouvrages hydrauliques | 4 |

TABLEAUX

| | | |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| TABL. 1 - | DEBITS DE CRUE DECENNALE ET CENTENNALE (SAFEGE, 1999) | 3 |
| TABL. 2 - | DEBITS CARACTERISTIQUES D'ETIAGE ET MODULE DE LA KISSEL | 4 |
| TABL. 3 - | STATUTS ET MESURES DE PROTECTION DES ESPECES PISCICOLES CONCERNEES | 8 |
| TABL. 4 - | STATUTS ET MESURES DE PROTECTION DES ESPECES PISCICOLES CONCERNEES | 12 |
| TABL. 5 - | DEBITS CARACTERISTIQUES POUR LE MODELE HYDRAULIQUE | 14 |
| TABL. 6 - | DEBITS CARACTERISTIQUES DE CRUE POUR LE MODELE HYDRAULIQUE | 15 |
| TABL. 7 - | INFORMATION PRINCIPALE SUR L'OUVRAGE ROE117 AU DROIT DE LA STATION D'EPURATION | 17 |
| TABL. 8 - | CHIFFRAGE ESTIMATIF POUR L'ARASEMENT PARTIEL ET L'EQUIPEMENT DE L'OUVRAGE ROE117 | 20 |
| TABL. 9 - | CHIFFRAGE ESTIMATIF POUR L'EQUIPEMENT DE L'OUVRAGE ROE117 | 21 |
| TABL. 10 - | INFORMATION PRINCIPALE SUR L'OUVRAGE ROE122 AU CENTRE AMONT DU BOURG D'HETTANGE-GRANDE | 23 |
| TABL. 11 - | EVALUATION DE LA MOBILISATION DES SEDIMENTS APRES EFFACEMENT TOTAL ET APRES AJUSTEMENT A L'EQUILIBRE - OUVRAGE ROE122 | 25 |
| TABL. 12 - | CHIFFRAGE ESTIMATIF POUR L'EFFACEMENT DE L'OUVRAGE ROE122 | 28 |
| TABL. 13 - | CHIFFRAGE ESTIMATIF POUR L'ARASEMENT PARTIEL DE L'OUVRAGE ROE122 | 30 |
| TABL. 14 - | EVALUATION DE LA MOBILISATION DES SEDIMENTS APRES EFFACEMENT TOTAL ET APRES AJUSTEMENT A L'EQUILIBRE - OUVRAGE ROE127 | 33 |
| TABL. 15 - | CHIFFRAGE ESTIMATIF POUR L'EFFACEMENT DE L'OUVRAGE ROE127 | 35 |
| TABL. 16 - | CHIFFRAGE ESTIMATIF POUR L'ARASEMENT PARTIEL DE L'OUVRAGE ROE127 | 36 |
| TABL. 17 - | INFORMATION PRINCIPALE SUR L'OUVRAGE ROE52395 A L'ENCLAVE DE GARCHÉ | 37 |
| TABL. 18 - | EVALUATION DE LA MOBILISATION DES SEDIMENTS APRES EFFACEMENT TOTAL ET APRES AJUSTEMENT A L'EQUILIBRE - OUVRAGE ROE52395 | 40 |
| TABL. 19 - | CHIFFRAGE ESTIMATIF POUR L'EFFACEMENT DE L'OUVRAGE ROE52395 | 41 |
| TABL. 20 - | CHIFFRAGE ESTIMATIF POUR L'ARASEMENT PARTIEL DE L'OUVRAGE ROE52395 | 42 |
| TABL. 21 - | PROPOSITION D'AMENAGEMENTS POUR L'ENSEMBLE DES PETITS SEUILS | 44 |
| TABL. 22 - | CHIFFRAGE ESTIMATIF POUR L'AMENAGEMENT DE L'ENSEMBLE DES PETITS SEUILS | 45 |
| TABL. 23 - | TABLEAU DE SYNTHESE DES SCENARII PROPOSES A L'ETUDE DE FAISABILITE | 47 |

FIGURES

| | | |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FIG. 1. | BASSIN VERSANT DE LA KISSEL ET SES AFFLUENTS | 1 |
| FIG. 2. | LISTE DES OUVRAGES PRINCIPAUX ET PETITS SEUILS | 2 |
| FIG. 3. | DEBITS CARACTERISTIQUES DE LA KISSEL ET DU REYBACH (DREAL LORRAINE) | 3 |
| FIG. 4. | COURBE DES DEBITS CLASSES DE LA KISSEL | 4 |
| FIG. 5. | CARTE GEOLOGIQUE (1/50 000) DU BRGM SUR LE SECTEUR DE LA KISSEL ET SES AFFLUENTS (SOURCE : GEOPORTAIL) | 5 |
| FIG. 6. | CARTE DE LOCALISATION DES POINTS D'EAU BANQUE DU SOUS-SOL (SOURCE : INFOTERRE) | 6 |
| FIG. 7. | LOCALISATION DE LA RESERVE NATURELLE A HETTANGE-GRANDE | 9 |
| FIG. 8. | LOCALISATION DES ZONES HUMIDES REPERTORIEES DANS LE SAGE FERRIFERE BASSIN LORRAIN SUR LE BASSIN VERSANT DE LA KISSEL | 10 |
| FIG. 9. | LINEAIRE DE LA KISSEL GERE PAR L'AAPPMA THIONVILLE | 10 |
| FIG. 10. | GRANDS PRINCIPES D'INTERVENTION SUR UN OUVRAGE HYDRAULIQUE | 11 |
| FIG. 11. | EMPRISE DE RIVIERE MODELISE AVEC NOTIFICATION DES PROFILS LEVES PAR LE GEOMETRE | 13 |
| FIG. 12. | TOPOLOGIE DU MODELE 1 – KISSEL AMONT SOUS HEC-RAS | 15 |
| FIG. 13. | TOPOLOGIE DU MODELE 2 – KISSEL AVAL SOUS HEC-RAS | 16 |
| FIG. 14. | OUVRAGE ROE117, LOCALISE AU DROIT DE LA STATION D'EPURATION D'HETTANGE-GRANDE | 17 |
| FIG. 15. | EXEMPLE DE RIVIERE DE CONTOURNEMENT (BARRAGE SUR LA BRUCHE A AVOLSHEIM) | 19 |
| FIG. 16. | COMPARAISON DES LIGNES D'EAU MODELISEES POUR UN DEBIT AU MODULE DANS LE CADRE DE L'ARASEMENT PARTIEL DE L'OUVRAGE ROE117. | 19 |
| FIG. 17. | OUVRAGE ROE122, LOCALISE AU CENTRE D'HETTANGE-GRANDE. | 22 |
| FIG. 18. | COMPARAISON DES LIGNES D'EAU MODELISEES POUR UN DEBIT AU MODULE DANS LE CADRE DE L'EFFACEMENT TOTAL DE L'OUVRAGE ROE122. | 24 |
| FIG. 19. | EFFET D'EROSION REGRESSIVE SUITE A L'EFFACEMENT TOTAL OU PARTIEL D'UN OUVRAGE | 25 |
| FIG. 20. | EXEMPLE DE STRUCTURATION D'UN LIT MINEUR D'ETIAGE (MUTTERBACH A FARSCHVILLER 57) | 27 |
| FIG. 21. | EXTRAIT D'UN EXEMPLE D'AMENAGEMENT D'ENROCHEMENTS VEGETALISES | 27 |
| FIG. 22. | AMENAGEMENT GENERANT DES CACHES ET DE LA DIVERSITE D'HABITATS | 28 |
| FIG. 23. | COMPARAISON DES LIGNES D'EAU MODELISEES POUR UN DEBIT AU MODULE DANS LE CADRE DE L'ARASEMENT PARTIEL DE L'OUVRAGE ROE122. | 28 |
| FIG. 24. | OUVRAGE ROE127, LOCALISE SUR LA KISSEL EN AMONT DE LA CONFLUENCE AVEC LE REYBACH (EN AVAL DE SOETRICH). | 31 |
| FIG. 25. | OUVRAGE ROE127, EFFACEMENT TOTAL DE L'OUVRAGE (PARTIE HACHUREE EN ROUGE). | 32 |
| FIG. 26. | COMPARAISON DES LIGNES D'EAU MODELISEES POUR UN DEBIT AU MODULE DANS LE CADRE DE L'EFFACEMENT TOTAL DE L'OUVRAGE ROE127. | 32 |
| FIG. 27. | COUPE DE PRINCIPE SUR OUVRAGE DE PRISE D'EAU (MOE MAGEL 67) | 34 |
| FIG. 28. | SCHEMA DE PRINCIPE DE L'AMENAGEMENT DE LA PRISE D'EAU – SCENARIO 1 MAGEL (67) | 34 |
| FIG. 29. | OUVRAGE ROE52395, LOCALISE A L'ENCLAVE DE GARCHE A THIONVILLE. | 38 |
| FIG. 30. | COMPARAISON DES LIGNES D'EAU MODELISEES POUR UN DEBIT AU MODULE DANS LE CADRE DE L'EFFACEMENT TOTAL DE L'OUVRAGE ROE52395. | 39 |
| FIG. 31. | EXEMPLE D'EFFACEMENT D'OUVRAGE SUR LE MUTTERBACH (57) | 41 |
| FIG. 32. | EXEMPLE DE PRE-BARRAGES SUR LE GURMENÇON (64) | 43 |

Synthèse et Conclusions

I. OBJET DE L'ETUDE

L'étude globale des ouvrages hydrauliques de la Kissel et ses affluents pour rétablir la continuité écologique et sédimentaire engagée par le Syndicat Intercommunal de Curage de Cattenom et Environs (SICE) est établie dans la continuité du programme de restauration et de renaturation réalisé sur le bassin versant en 2011-2015.

L'objectif de l'étude est ainsi d'analyser le fonctionnement hydraulique des ouvrages présents sur le bassin versant de la Kissel et de ses affluents, afin de proposer des aménagements visant au maximum le retour à un fonctionnement naturel des cours d'eau. Une approche globale du rétablissement de la continuité écologique de la Kissel et de ses affluents est menée afin de statuer sur le devenir des ouvrages, en cohérence avec les spécificités locales et les enjeux hydrauliques, écologiques et socio-économiques.

La restauration de la continuité écologique des hydrosystèmes constitue un axe d'importance majeure dans l'atteinte du bon état fixé par la Directive Cadre sur l'Eau. La majorité des rivières, dont la Kissel et ses affluents, a subi d'importantes perturbations physiques d'origine anthropique, notamment en lien avec la création d'ouvrages aux usages variés cloisonnant de façon importante les milieux aquatiques.

La problématique des ouvrages hydrauliques constitue un des points clés susceptible de limiter l'atteinte du bon état écologique des eaux. La restauration de la continuité écologique représente par conséquent un axe de travail majeur sur le bassin versant de la Kissel dans l'objectif de retour d'une dynamique écologique naturelle des cours d'eau.

Les solutions envisagées concernent le dérasement, l'arasement ou l'aménagement d'un dispositif de franchissement piscicole, selon les enjeux et contraintes identifiés pour chacun des sites

II. DEROULEMENT DES OPERATIONS

L'étude globale des ouvrages hydrauliques de la Kissel et ses affluents s'effectue en deux phases :

- Phase 1 : Etat des lieux et diagnostic des ouvrages hydrauliques ;
- **Phase 2 : Etude et proposition d'aménagement.**

Le présent rapport concerne la phase 2 et fera l'objet d'une présentation de l'étude des scénarii à l'ensemble du comité de pilotage.

1. RAPPEL DU CONTEXTE REGLEMENTAIRE

Les cours d'eau du bassin versant de la Kissel et ses affluents ne sont pas classés en liste 1 et 2 suite à la publication de l'arrêté du 28 décembre 2012 établi par le Préfet coordonnateur du bassin Rhin-Meuse. Cependant, l'objectif de bon état écologique est imposé à tous les Etats-membres de l'Union Européenne au travers de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau de 2000. De même, les SDAGE Rhin-Meuse et SAGE Ferrifère intègrent dans leur programme d'actions la restauration de la continuité écologique. La Kissel est un des cours d'eau prioritaire du SAGE.

2. LOCALISATION

Le bassin versant d'étude concerne une aire drainée de 62 km² par La Kissel 1 (CR402), dit Kissel, et ses affluents : Muhlengraben, Reybach, Wampichbach et La Grange. La Kissel est un très petit cours d'eau sur côtes calcaires de l'Est s'écoulant perpendiculairement à la Moselle jusqu'à sa confluence avec cette dernière. La Kissel et ses affluents traversent les communes de Zoufftgen, Kanfen, Hettange-Grande, Entringe, Manom et Thionville. Le Reybach reçoit les apports d'eau naturels s'écoulant de façon gravitaire provenant du bassin minier dont l'exploitation est terminée. Jusqu'à la fin du 20^{ème} siècle, les eaux d'exhaure de la mine rejoignaient le Reybach. Actuellement, une quantité des eaux du bassin minier est pompée pour l'alimentation en eau potable de la ville de Thionville, les eaux non prélevées alimentent le Reybach. Ce dernier connaît des assècs en conditions d'étiage.

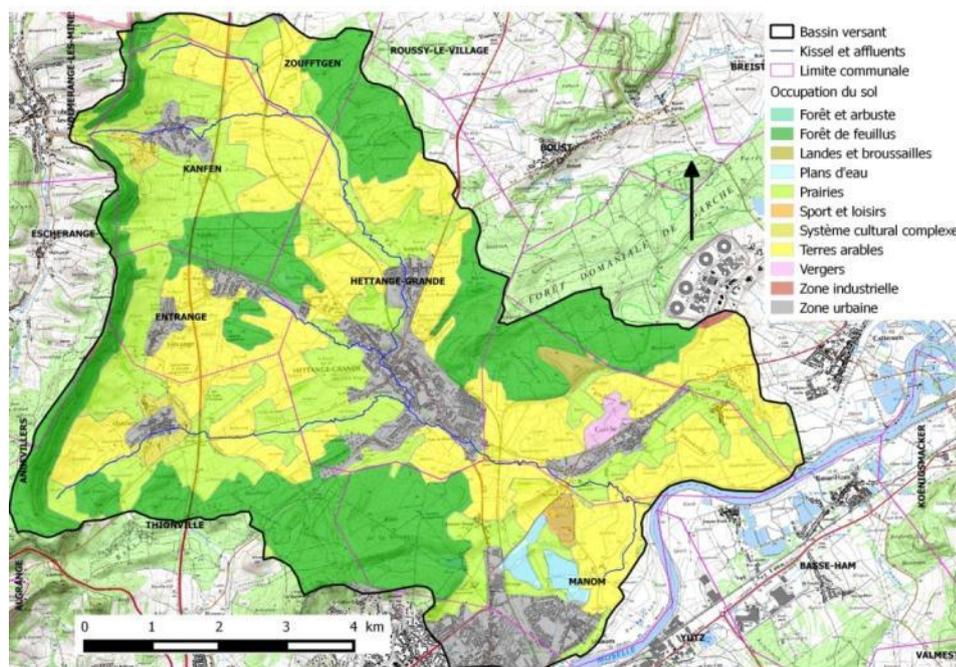


Fig. 1. Bassin versant de la Kissel et ses affluents

Le nombre d'ouvrages étudiés présents sur le cours de la Kissel et ses affluents est de 18 dont 4 ouvrages principaux (hauteur supérieure à 1 m) et 14 petits seuils. Les cartes de localisation des

Etude globale des ouvrages hydrauliques de la Kissel et ses affluents

Etude de faisabilité

RAPPORT DE PHASE 2 – MISE A JOUR

ouvrages sont disponibles en annexe 1. Ces ouvrages se situent sur la commune d'Hettange-Grande et de Thionville (précisément Garche). Le tableau suivant liste ces ouvrages, les quatre ouvrages principaux se trouvent en fin de liste :

| Nom ouvrage | Commune | Type d'ouvrage | Organe mobile | Longueur crête (m) | Accès |
|-------------|------------------|---------------------------|------------------|--------------------|---------------------------|
| ROE138 | Thionville | Passage à gué | Aucun | 12.3 | Chemin de la Kiesel |
| ROE131 | Hettange-Grande | Seuil + enrochement aval | Aucun | 9.8 | Impasse de la Cascade |
| ROE129 | Hettange-Grande | Seuil à parement vertical | Aucun | 7 | Rue du Rossignol |
| ROE124 | Hettange-Grande | Seuil en enrochements | Aucun | 3 | Rue des écoles |
| ROE121 | Hettange-Grande | Seuil + enrochement aval | Aucun | 11.7 | Impasse de la Cascade |
| ROE120 | Hettange-Grande | Seuil à parement vertical | Aucun | 15 | Rue du vieux château |
| ROE118 | Hettange-Grande | Seuil + enrochement aval | Aucun | 10.7 | Route de Thionville D153 |
| 1Kiesel | Hettange-Grande | Seuil à parement vertical | Aucun | 8.3 | Route nationale 53 - D14A |
| 2Kiesel | Hettange-Grande | Seuil parement incliné | Aucun | 10 | Rue du moulin |
| 4_Kiesel | Hettange-Grande | Seuil parement incliné | Aucun | 7.5 | Rue des jonquilles |
| 5_Kiesel | Hettange-Grande | Seuil à parement vertical | Aucun | 7 | Rue des jonquilles |
| 4Reybach | Hettange-Grande | Seuil à parement vertical | Aucun | 8.5 | Rue Charles De Gaulle |
| 3Kiesel | Hettange-Grande | Seuil à parement vertical | Aucun | 7 | Rue Charles De Gaulle |
| 5Reybach | Hettange-Grande | Seuil à parement vertical | Aucun | 7.7 | Rue Charles De Gaulle |
| ROE52395 | Thionville/Manom | Seuil à parement incliné | Vanne levante | 24.5 | Route de Garche |
| ROE127 | Hettange-Grande | Seuil à parement vertical | Orifice de fond | 13 | Rue Sainte-Sabine |
| ROE122 | Hettange-Grande | Seuil à parement incliné | Vanne démantelée | 42.5 | Rue Charles De Gaulle |
| ROE117 | Hettange-Grande | Seuil à parement vertical | Aucun | 21.5 | Impasse du Gossen Acker |

Fig. 2. Liste des ouvrages principaux et petits seuils

3. HYDROLOGIE

3.1. DEBITS CARACTERISTIQUES

3.1.1. Débits de crue

Une seule station hydrométrique est identifiée sur la Kissel, consultable depuis la Banque Hydro. Cette station ne dispose de données que depuis 2013, ce qui ne permet aucune étude statistique de crue.

Les données pluviométriques seront les données d'entrée essentielles du modèle hydrologique à construire pour la génération des débits de crue recherchés. Ces données sont obtenues auprès des stations Météo France les plus représentatives du site d'étude. L'analyse des données de la station de Koenigsmacker permettra de réaliser l'étude. A ce jour, les données disponibles sur la banque hydro sont qualifiées « douteuses », un contact a été établi avec la DREAL afin d'obtenir plus d'information à ce sujet. Nous sommes en attente d'un retour.

Néanmoins, des données sont disponibles sur le bassin versant dans une étude précédente. Les débits de crue sont extraits des études SAFEGE réalisées en 1999. Les débits de crues décennale et centennale de la Kissel, du Reybach et du Wampichbach sont ainsi répertoriés dans le tableau ci-dessous :

Tabl. 1 - Débits de crue décennale et centennale (SAFEGE, 1999)

| | Kissel en amont du Reybach | Kissel en aval du Wampichbach | Kissel à l'ancien confluent | Reybach | Wampichbach |
|----------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---------|-------------|
| Surface de bassin versant (km ²) | 19.5 | 36.1 | 55.0 | 6.5 | 9.7 |
| Q10 (m ³ /s) | 10.8 | 18.3 | 22.2 | 5.4 | 4.4 |
| Q100 (m ³ /s) | 20.0 | 33.5 | 40.2 | 10.9 | 8.8 |

3.1.2. Débits d'étiage

La connaissance des débits courants et d'étiage s'avère indispensable pour l'aménagement des ouvrages et du lit mineur du cours d'eau lors de la restauration de la continuité écologique.

ARTELIA a analysé les données disponibles :

Le module de la Kissel au confluent de la Moselle est évalué à 470 l/s et le débit d'étiage QMNA5 à 29l/s (Figure 18). Les données disponibles ne donnent que très peu d'information sur les débits caractéristiques de la Kissel et ses affluents, à noter que les débits sont inférieurs au m³/s pour des périodes de basses eaux et au module. Il est important de prendre en compte le changement de débits de l'affluent le Reybach lors des prélèvements de la prise d'eau AEP de Thionville à la sortie de l'exhaure de la mine d'Hettange-Grande et leur restitution au Reybach.

© 2000 AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE
 DELEGATION DE BASSIN RHIN - MEUSE
 Tous droits réservés

BASSIN: MOSELLE
 RIVIERE: KIESEL
 CODE HYDRO: A 864030

**DEBITS CARACTERISTIQUES EN M3/S
 (1971-1990)**

| Zone hydro | Identification du point | P.K.H | Surface du B.V. en km ² | Module (m ³ /s) | Débits mensuels d'étiage (m ³ /s) | | |
|------------|---------------------------------------------|---------|------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------|--------------|--------------|
| | | | | | F 1/2 | F 1/5 | F 1/10 |
| A 864 | La Kissel à Soetrich | 993.13 | 18.0 | | 0.001 | 0.000 | 0.000 |
| | La Kissel à l'amont du confluent du Reybach | 994.45 | 19.7 | | 0.002 | 0.001 | 0.000 |
| | Le Reybach * ** | | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | La Kissel à l'aval du confluent du Reybach | 994.45 | 27.0 | | 0.002 | 0.001 | 0.000 |
| | La Kissel au Moulin de Garche | 999.28 | 46.6 | | 0.062 | 0.025 | 0.020 |
| | La Kissel au confluent de la Moselle | 1004.05 | 53.9 | 0.470 | 0.068 | 0.029 | 0.023 |

* : débits d'exhaure de la mine d'Hettange-Grande
 ** : prise AEP de Thionville à la sortie de l'exhaure

0.210 0.115 0.079 0.065
 0.115 0.079 0.065

Fig. 3. Débits caractéristiques de la Kissel et du Reybach (DREAL Lorraine)

ARTELIA a pris en compte les données recueillies auprès de la DREAL Lorraine et les jaugeages réalisés lors de l'étude. Les débits caractéristiques ont été extrapolés pour deux points du bassin versant qui constituent l'entrée hydraulique des modèles exposés dans la partie 3.5. Les débits sont présentés dans le tableau suivant :

Tabl. 2 - Débits caractéristiques d'étiage et module de la Kissel

| Localisation | Données de référence | Surface BV (km ²) | Période d'exploitation | Débits caractéristiques (m ³ /s) - Module et étiage - | | | | Source |
|---------------------------------------------|----------------------|-------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------|-------|-------|--------------------|------------------------------|
| | | | | Module | QMNA5 | QMNA2 | Etiage VCN10 2 ans | |
| Kissel à l'ancien confluent avec la Moselle | Oui | 53.9 | 1971-1990 | 0.47 | 0.029 | 0.068 | 0.023 | DREAL Lorraine |
| Kissel au droit de l'ouvrage ROE118 | - | 40.8 | - | 0.376 | 0.023 | 0.054 | 0.018 | Extrapolation Myer (α = 0,8) |
| Kissel au droit de l'ouvrage ROE127 | - | 18.3 | - | 0.198 | 0.012 | 0.029 | 0.010 | Extrapolation Myer (α = 0,8) |

3.2. DEBITS CLASSES

La courbe des débits classés a été extraite à partir des données disponibles sur la Banque Hydro (DREAL Lorraine). Une analyse des débits allant de QMNA2 à 3 x Module permet de prendre en compte 90% des débits de la Kissel et ses affluents.

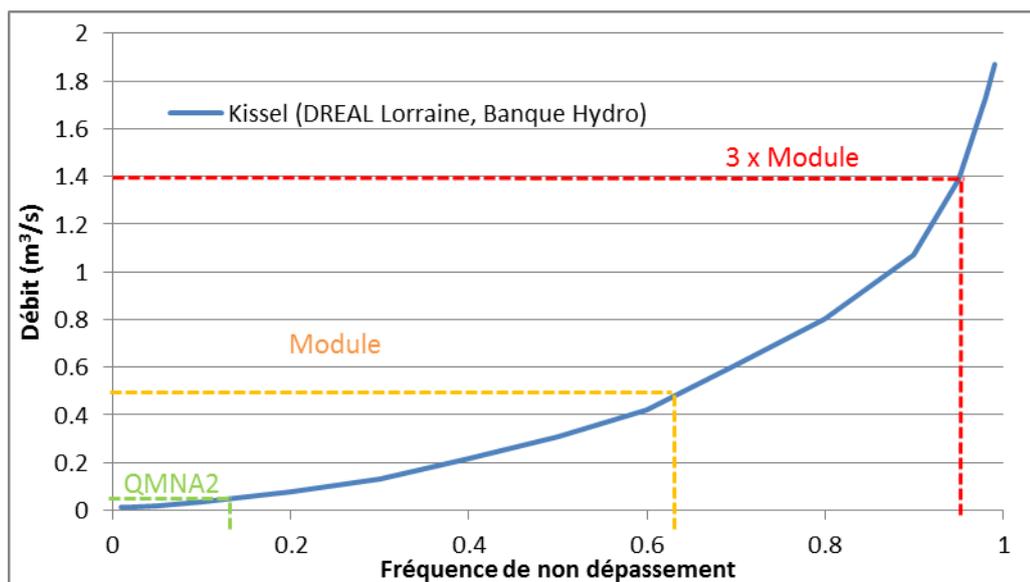


Fig. 4. Courbe des débits classés de la Kissel

Dans le cadre de la restauration de la continuité écologique et de l'équipement des ouvrages par des dispositifs de franchissement, la plage de fonctionnement des débits évoluera de QMNA2 à 3 x Module.

4. GEOLOGIE ET HYDROGEOLOGIE

La Kissel, affluent de la Moselle, s'inscrit dans les formations géologiques du Jurassique moyen et inférieur. L'érosion fluviale a généré des écoulements superficiels orientés vers la Moselle. Le substratum géologique du bassin versant de la Kissel et ses affluents est notamment caractérisé par la présence de (Figure 54) :

Etude globale des ouvrages hydrauliques de la Kissel et ses affluents

Etude de faisabilité

RAPPORT DE PHASE 2 – MISE A JOUR

- Alluvions fluviales récentes à actuelles ;
- Alluvions anciennes des moyennes terrasses ;
- Marnes argileuses à nodules carbonatés et à *Hildoceras bifrons* (Toarcien moyen) ;
- Marnes à *Amaltheus margaritatus* (Domérien inférieur) ;
- Limon des plateaux ;
- Calcaires à *Echioceras raricostatum*, marnes à *U. Jamesoni*, calcaires à *P. davoei* (Lotharingien supérieur – Carixien) ;
- Alternances de calcaires et de marnes gris-bleues à gryphées ;
- Grès indurés très fossilifères (Hettangien).

Les marnes sont recouvertes de plaquages limono-argileux d'une épaisseur de l'ordre de 1 m.

En conséquence les matériaux encaissant des cours d'eau sont généralement fin et ne génèrent pas de « matelas alluvionnaire » significatif. Les substrats sont peu diversifiés et les incisions sont rarement réversibles naturellement faute de stock alluvionnaire disponible pour un réajustement de la dynamique alluviale. Dans les situations les plus dégradées, l'atteinte du bon état écologique nécessitera souvent des actions lourdes et interventionnistes pour permettre de retrouver une forme d'équilibre naturel de la rivière.

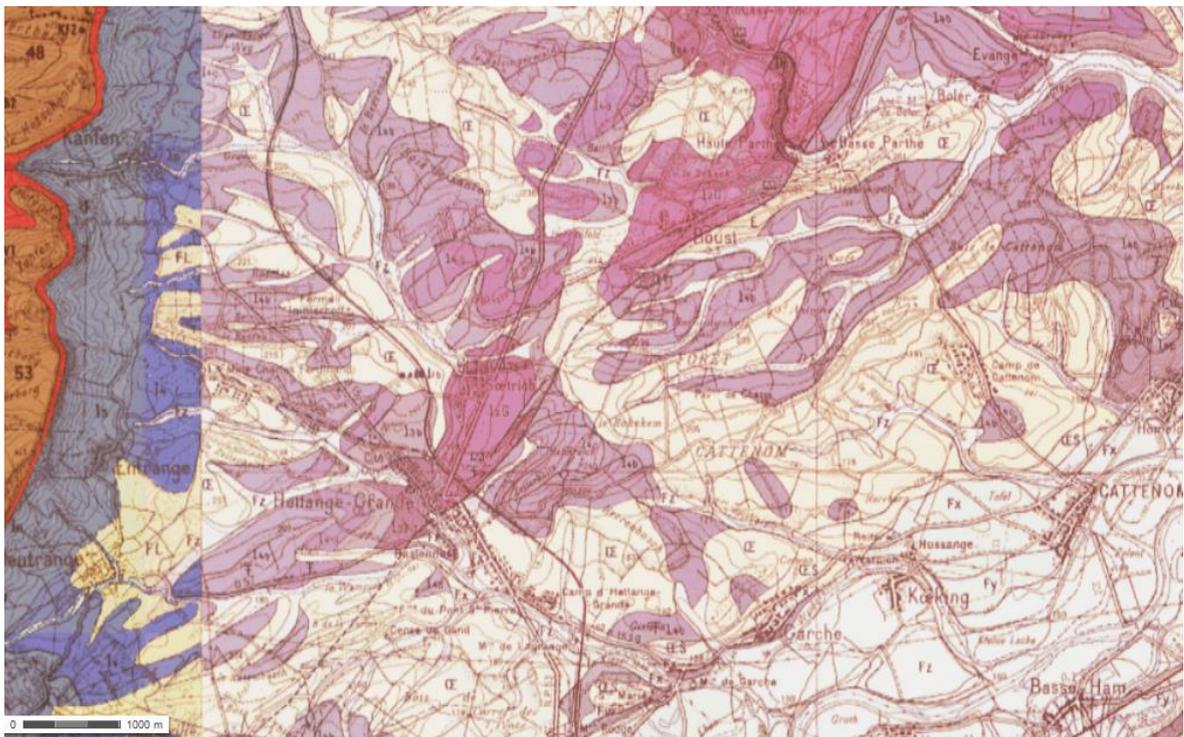


Fig. 5. Carte géologique (1/50 000) du BRGM sur le secteur de la Kissel et ses affluents (Source : Géoportail)

Sur la base des données de la carte géologique du BRGM n°114 au 1/50 000^{ème} et de sa notice, l'aquifère en interaction avec le régime hydrologique de la Kissel correspond aux alluvions récentes (Fz) de la Kissel.

L'aquifère des alluvions de la Kissel possède une géométrie liée au tracé du cours d'eau. Cette dernière est relativement limitée avec une largeur comprise entre 100 et 200 mètres et une épaisseur de quelques mètres au maximum au droit de la Kissel.

D'après la notice de la carte géologique, les formations qui composent les alluvions récentes des affluents latéraux de la Moselle varient rapidement en fonction des terrains traversés par les cours d'eau.

La Kissel traverse majoritairement des terrains de perméabilité moyenne à faible (limons loessiques, marnes et calcaire). Par conséquent, il est probable que la productivité des alluvions de la Kissel soit limitée. Il n'existe toutefois pas de données permettant d'évaluer les caractéristiques hydrodynamiques de la nappe.

L'inventaire des ouvrages recensés auprès de la Banque sur le Sous-Sol du BRGM (*confer* figure ci-dessous) permet de mettre en évidence :

- un nombre très faible d'ouvrage positionné au droit des alluvions de la Kissel ce qui permet de confirmer l'hypothèse d'une faible perméabilité de ces dernières ;
- l'absence de coupes lithologiques renseignées.

On notera par ailleurs que la consultation de l'ARS sur la présence de périmètre de protection de captage d'eau potable (Annexe 8) n'a pas permis de mettre en évidence d'usage d'eau concernant l'aquifère des alluvions de la Kissel.

Il conviendra de retenir que la Kissel traverse le périmètre de protection rapprochée et éloignée des forages alimentant la commune d'Hettange-Grande. Toutefois ces ouvrages captent l'eau en profondeur et ne sont pas alimentés par les alluvions de la Kissel.

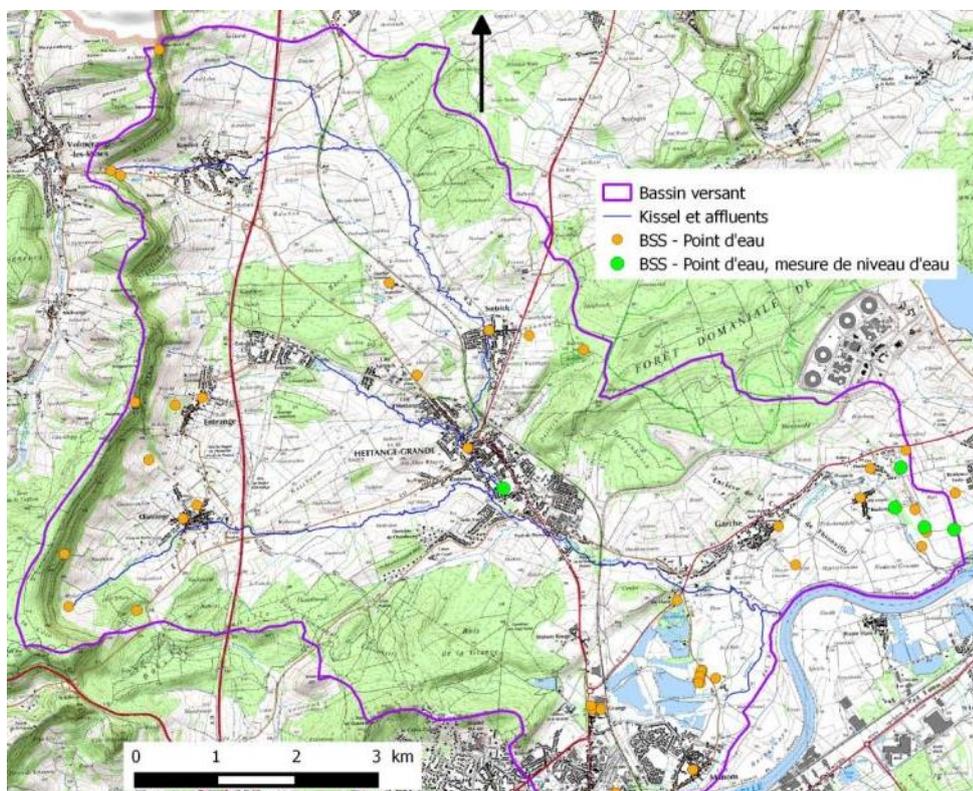


Fig. 6. Carte de localisation des points d'eau Banque du Sous-Sol (Source : Infoterre)

Concernant les usages des alluvions de la Kissel, les données disponibles montrent l'absence d'usage des eaux souterraines.

Concernant les fondations des habitations riveraines de la rivière, il conviendra de cerner les risques de déstabilisation des bâtiments en cas d'impact sur les niveaux d'eau et notamment de désaturation des sols porteurs.

5. TRANSIT SEDIMENTAIRE ET DYNAMIQUE ALLUVIALE

Pour rappel, les apports solides sont plutôt très faibles en lien avec la géologie du bassin versant et surtout la morphologie de la Kissel et ses affluents :

- Des apports externes faibles avec une production primaire en éléments grossiers qui est mineure notamment sur les tronçons où se situent les ouvrages hydrauliques (quasi aucun apport des berges dans les traversées urbaines). La présence de galets et blocs dans le lit mineur de la Kissel est certainement mis à nus par la rivière ou hérités. Toutefois, des apports secondaires peuvent être faibles à modérés en amont de la Kissel en raison de la contribution du débit solide du Reybach par l'apport de petits galets et graviers.
- Des apports internes faibles dus à un stock en lit mineur réduit. Dans le lit mineur, nous observons une majorité d'éléments fins limono-argileux, une quantité de vase importante tout le long de la Kissel en particulier et peu d'éléments grossiers, plutôt présent à l'aval du ROE117 et de l'enclave de Garche (cailloux, galets et blocs).

La dynamique alluviale de la Kissel et ses affluents apparait faible à très faible dont une grande partie du linéaire de la Kissel est notamment perturbée par la présence de berges artificielles et de seuils. Le matelas alluvial, de très faible épaisseur, est aujourd'hui peu à moyennement mobile, largement figée par les ouvrages hydrauliques.

6. QUALITE DES EAUX

Une station de la qualité de l'eau (02093200) mise en service en 1997 appartenant au réseau de mesures du bassin Rhin-Meuse est présente sur le bassin versant de la Kissel à l'enclave de Garche à Thionville (à proximité du ROE52395).

La qualité physico-chimique des eaux de la Kissel varie selon les années sur la période 2004-2013 entre passable et mauvaise. La demande biologique en oxygène (DBO5) et la teneur en oxygène dissous et en ammonium sont majoritairement les paramètres déclassant de la qualité de l'eau. L'indice Biologique Global Normalisé (IBGN) et l'Indice Biologique Diatomique sont mauvais sur la période 2004-2006, l'IBGN évoluant en passable en 2007. L'état des lieux réalisé en 2013 montre un état chimique « bon » et un état biologique « mauvais ». Les objectifs de **bon état** écologique et chimique sont à atteindre en 2027.

La qualité des eaux est sensiblement altérée par les pollutions résiduelles bippassées au niveau de certains déversoirs d'orages sur la commune d'Hettange-Grande, en raison de la collecte d'importants volumes d'eaux claires parasites et d'eaux pluviales.

De nombreux rejets d'eaux usées ont été identifiés au droit des ouvrages, notamment en aval du ROE131, ROE117, ROE118 et de l'ouvrage 1_Kiesel. L'état des lieux de la SATESE

en 2007 pointe de nombreux problèmes de fonctionnement des équipements de la station ainsi que sur le réseau d'assainissement (Hettange-Grande).

7. ENJEUX PISCICOLES ET ECOLOGIQUES

7.1. ENJEUX ET OBJECTIFS PISCICOLES

Les cours d'eau du bassin versant de la Kissel et ses affluents sont classés en deuxième catégorie piscicole. Malgré des potentialités théoriques salmonicoles, la population en place est bien de type cyprinicole.

Ainsi, dans le cadre de la restauration de la continuité piscicole, les espèces cibles sont le brochet et les espèces d'accompagnement telles que rotengle, brème, ablette, épinoche, vairon, perche, gardon et localement tanche et goujon.

Le principal objectif de restauration de la continuité piscicole sur ce secteur de la Kissel et ses affluents est de rétablir l'accès aux frayères pour répondre aux enjeux de reproduction assez forts notamment du brochet et de ses espèces d'accompagnement (rotengle, brème, ablette, épinoche, vairon, perche et localement tanche et goujon).

Au-delà, la simple restauration de la continuité écologique nécessite d'être associée à une restauration de la qualité chimique et éco-morphologique du lit mineur. Aussi, des solutions ambitieuses sont de notre point de vue nécessaires, visant notamment à réduire, voire supprimer, les incidences des ouvrages sur la qualité physique (retenue/remous liquide). Il s'agira bien entendu par ailleurs de poursuivre les efforts en matière de lutte contre les rejets des eaux usées.

A noter que la présence de l'écrevisse du Pacifique notamment en tête de bassin versant constitue une altération à la population piscicole en place par prédation en particulier.

7.2. STATUTS DE PROTECTION DES ESPECES PISCICOLES DU SECTEUR D'ETUDE

Le tableau ci-dessous présente les espèces piscicoles recensées sur le secteur et qui font l'objet de statuts et de mesures de protection, à prendre en compte, en particulier, lors des propositions d'aménagement pour rétablir la continuité piscicole :

Tabl. 3 - Statuts et mesures de protection des espèces piscicoles concernées

| Espèce | | Directive européenne "Habitats-Faune-Flore" ¹ | | Arrêté du 8 déc.1988 ² | Convention de Berne ³ |
|------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------|----------|-----------------------------------|----------------------------------|
| Nom vernaculaire | Nom scientifique | Annexe II | Annexe V | – | Annexe III |
| Brochet | <i>Esox lucius</i> | | | X | |
| Vandoise | <i>Leuisiscus leuisiscus</i> | | | X | |

¹ La Directive européenne « Habitats-Faune-Flore » du 21 mai 1992 (Annexe II) recense l'ensemble des espèces animales et végétales d'Intérêts Communautaires dont la Conservation nécessite la désignation de Zones Spéciales de Conservation. L'Annexe V de la Directive quant à elle concerne les prélèvements dans la nature et l'exploitation susceptibles de faire l'objet de mesures de gestion.

² L'arrêté du 8 décembre 1988 fixe la liste des espèces de poissons protégées sur l'ensemble du territoire national.

³ Les espèces inscrites à l'annexe III de la Convention de Berne de 1979 doivent faire l'objet d'une réglementation, afin de maintenir l'existence de ces populations hors de danger.

7.3. ZONES D'INTERETS ECOLOGIQUES

Aucune zone d'intérêt écologique, de type ZNIEFF1 et 2, Natura2000 et réserve naturelle, n'est recensé sur le bassin versant de la Kissel et ses affluents. Cependant, le SAGE du Bassin ferrifère a inventorié les zones humides en 2012 et actualisé en 2013. Des zones humides en connexion avec la Kissel et le Reybach sont présentes sur le bassin versant (Cf. Figure 94). La définition des zones humides est celle de la loi sur l'eau (Article L211-1 du Code de l'environnement) : « On entend par zones humides, les terrains exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire ; la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année ».

Au droit des ouvrages principaux, seul l'ouvrage ROE52395 se trouve non loin d'une zone humide, située en aval en rive gauche. Il n'y a cependant pas de connexion directe entre cette zone et le cours d'eau et les aménagements proposés n'auront que peu d'impact voire aucun impact sur ce secteur.

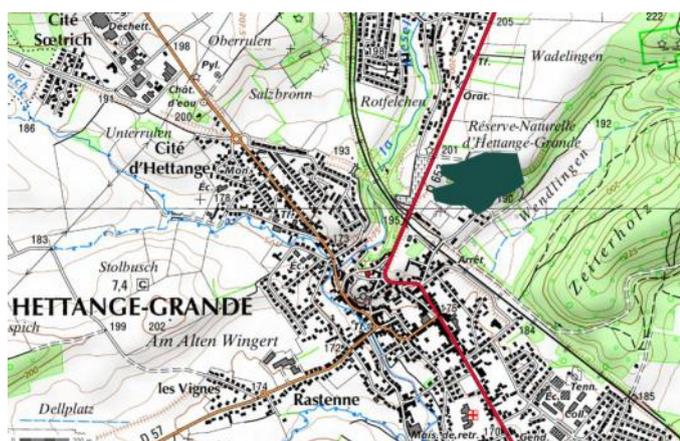


Fig. 7. Localisation de la réserve naturelle à Hettange-Grande

Remarque : Un site classé, le Château de la Grange, est présent sur la commune de Manom. Sur ce secteur, le ruisseau de la Grange traverse ce site.

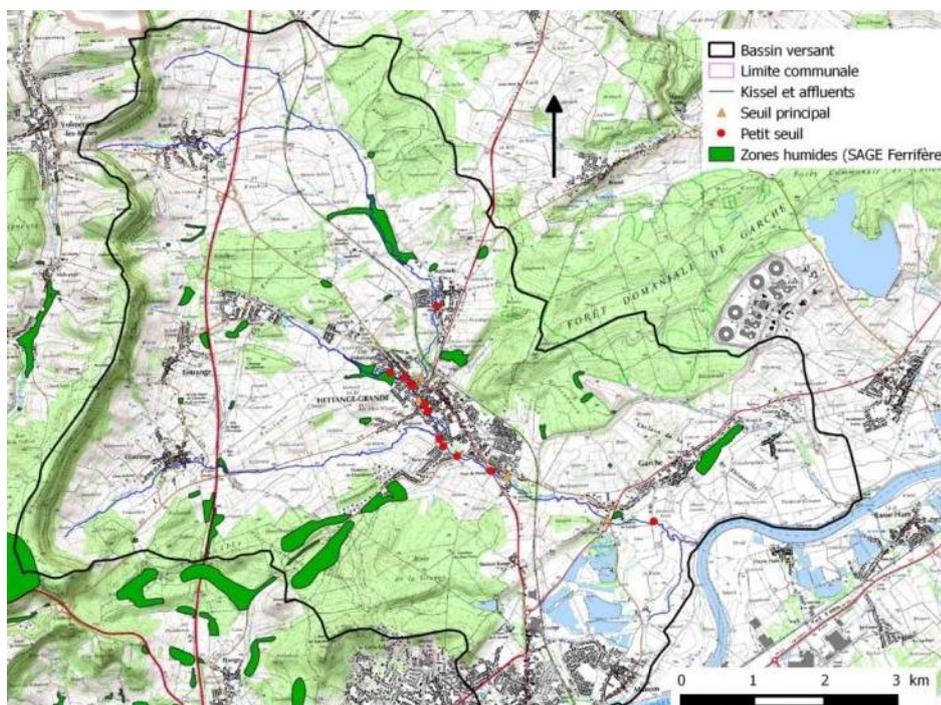


Fig. 8. Localisation des zones humides répertoriées dans le SAGE Ferrifère Bassin Lorrain sur le bassin versant de la Kissel

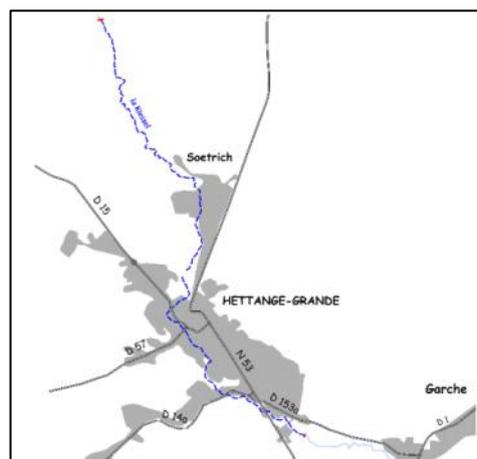
8. ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES

8.1. LA PECHE DE LOISIR

Les bénéficiaires du droit de pêche sur le secteur d'étude sont :

- AAPPMA Thionville « La Fraternelle – Pays des trois frontières » détient le domaine de 2^{ème} catégorie piscicole sur le secteur d'Hettange-Grande (Figure 95).
- Propriétaires particuliers sur le restant du linéaire de la Kissel et ses affluents.

Fig. 9. Linéaire de la Kissel géré par l'AAPPMA Thionville



8.2. OUVRAGE D'ART

Un ouvrage de franchissement est présent en amont de l'ouvrage ROE122, et pourrait être affecté par l'effacement de l'ouvrage (étudié au stade faisabilité des scénarii d'aménagement).

8.3. ENJEUX ECONOMIQUES

La force motrice de l'eau n'est pas utilisée à des fins économiques, ainsi aucun enjeu n'est présent à ce sujet.

8.4. RESEAUX

Les réseaux d'assainissement et d'eau potable interférant avec le cours d'eau, sont présentés dans les annexes 3 et 6 du rapport d'état des lieux et de diagnostic de la phase 1.

8.5. EAU POTABLE

La consultation de l'ARS sur la présence de périmètre de protection de captage d'eau potable n'a pas mis en évidence d'usage d'eau concernant l'aquifère des alluvions de la Kissel. En revanche, la Kissel traverse le périmètre de protection rapprochée et éloignée des forages alimentant la commune d'Hettange-Grande. Toutefois ces ouvrages captent l'eau en profondeur et ne sont pas alimentés par les alluvions de la Kissel.

9. FAISABILITE DES SCENARII D'AMENAGEMENT

9.1. PRINCIPE D'INTERVENTION

Classiquement, les grands principes d'intervention sur un ouvrage hydraulique pour la restauration des continuités écologiques sont les suivants :

| Dans quels cas ? | Principes | Objectifs |
|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Non intervention | | |
| - Impacts négligeables et/ou gain limité de l'effacement - Etat de dégradation avancé | Ne pas intervenir et suivre l'évolution de l'ouvrage | |
| Equipement de l'ouvrage | | |
| Maintien d'un usage et/ou préservation d'un enjeu majeur | Aménagement d'une partie de l'ouvrage | Passage du poisson et/ou des sédiments |
| Effacement de l'ouvrage | | |
| - Aucun usage / contexte favorable - Aucun risque ni impact négatif dû à l'effacement | Effacement complet | Démanteler la totalité de l'ouvrage |
| - Contraintes locales - Risque d'évolutions non souhaitées | Effacement partiel | Supprimer une partie de l'ouvrage OU ouverture des vannes |

Fig. 10. Grands principes d'intervention sur un ouvrage hydraulique

Sur la base des résultats présentés dans le rapport d'état des lieux/diagnostic réalisé précédemment et des attentes du maître d'ouvrage, l'objectif principal formulé est le rétablissement de la libre circulation piscicole du brochet et des espèces d'accompagnement, et la continuité sédimentaire **par suppression partielle (incluant l'équipement de dispositifs de**

franchissement) ou totale des ouvrages hydrauliques principaux et de l'aménagement par des prébarrages des petits ouvrages.

Le tableau suivant présente les scénarii d'aménagement pour les différents ouvrages :

Tabl. 4 - Statuts et mesures de protection des espèces piscicoles concernées

| Nom ouvrage | Commune | Type d'ouvrage | Propositions d'aménagement |
|-------------|------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| ROE138 | Thionville | Passage à gué | 1) Echanturage 2) Pré barrage |
| ROE131 | Hettange-Grande | Seuil + enrochement aval | 1) Prébarrages |
| ROE129 | Hettange-Grande | Seuil à parement vertical | 1) Prébarrages |
| ROE124 | Hettange-Grande | Seuil en enrochements | Pas d'action |
| ROE121 | Hettange-Grande | Seuil + enrochement aval | 1) Prébarrages |
| ROE120 | Hettange-Grande | Seuil à parement vertical | 1) Effacer les ouvrages obsolètes |
| ROE118 | Hettange-Grande | Seuil + enrochement aval | 1) Prébarrages |
| 1Kiesel | Hettange-Grande | Seuil à parement vertical | 1) Prébarrages |
| 2Kiesel | Hettange-Grande | Seuil parement incliné | 1) Prébarrages |
| 4_Kiesel | Hettange-Grande | Seuil parement incliné | 1) Prébarrages |
| 5_Kiesel | Hettange-Grande | Seuil à parement vertical | 1) Prébarrages |
| 4Reybach | Hettange-Grande | Seuil à parement vertical | 1) Prébarrages |
| 3Kiesel | Hettange-Grande | Seuil à parement vertical | 1) Prébarrages |
| 5Reybach | Hettange-Grande | Seuil à parement vertical | 1) Effacement de l'ouvrage 2) Pré barrage |
| ROE52395 | Thionville/Manom | Seuil à parement incliné | 1) Effacement de l'ouvrage 2) Arasement partiel + Rampe ou rivière de contournement |
| ROE127 | Hettange-Grande | Seuil à parement vertical | 1) Effacement de l'ouvrage 2) Arasement partiel + Passe à bassins |
| ROE122 | Hettange-Grande | Seuil à parement incliné | 1) Effacement de l'ouvrage 2) Arasement partiel + Rampe en enrochements |
| ROE117 | Hettange-Grande | Seuil à parement vertical | 1) Arasement partiel + Rivière de contournement 2) Rivière de contournement |

Les fiches ouvrages sont consultables dans l'annexe 2 du précédent rapport d'état des lieux et de diagnostic qui font état, pour chaque ouvrage, des contraintes observées sur site.

9.2. RAPPEL DU PRINCIPE DE MODELISATION

Pour apprécier et quantifier les écoulements (hauteurs et vitesses d'écoulement) du cours d'eau dans l'état projeté, une modélisation mathématique a été réalisée **au stade faisabilité**.

L'objectif est de caractériser l'évolution de la ligne d'eau pour différentes conditions hydrologiques à l'état projet et de la comparer à l'état initial afin de déterminer l'impact des aménagements sur le fonctionnement hydraulique du cours d'eau.

9.2.1. Le modèle HEC-RAS

9.2.1.1. DESCRIPTION DU LOGICIEL

L'outil de modélisation employé est le logiciel HEC-RAS (version 4.1.0). Ce logiciel intégré pour l'analyse hydraulique, conçu par le Hydrologic Engineering Center de l'U.S Army Corps of Engineers, permet de simuler les écoulements à surface libre.

Les modèles réalisés représentent la configuration hydrographique de la Kissel et l'apport de ses affluents au droit des ouvrages hydrauliques principaux sur la base du relevé topographique réalisé par le Cabinet GALLANI du 1^{er} au 8 juillet 2015.

Il s'agit ici de modèles dit « filaire ramifié » : le lit mineur est représenté par une suite de profils en travers entre lesquels la courbe de remous est calculée par résolution numérique des équations de Saint-Venant. Le lit majeur est représenté pour simuler les débits de crue Q10 et Q100, et évaluer qualitativement les zones de débordements potentielles. A noter que ces modèles ne sont pas conçus pour une étude d'inondation qui n'est pas l'objet de la présente étude.

9.2.1.2. CONSTRUCTION DES MODELES

Deux modèles ont été construits et mis en œuvre pour représenter les écoulements de la Kissel et des affluents (Figure 26). Ceci dans le but principal d'étudier l'évolution des lignes d'eau au droit des ouvrages principaux :

- Modèle 1 « Kissel amont » : ce modèle représente la Kissel de l'amont de l'ouvrage ROE127 à l'aval de l'ouvrage ROE121. La topologie du modèle hydraulique comprend 19 points de calcul (densifiés par interpolation), incluant les 9 profils en travers relevés par le géomètre ainsi que les ouvrages hydrauliques.
- Modèle 2 « Kissel aval » : ce modèle représente la Kissel de l'aval de l'ouvrage ROE118 à l'aval de l'ouvrage ROE52395. La topologie du modèle hydraulique comprend 20 points de calcul (densifiés par interpolation), incluant les 9 profils en travers relevés par le géomètre ainsi que les ouvrages hydrauliques.

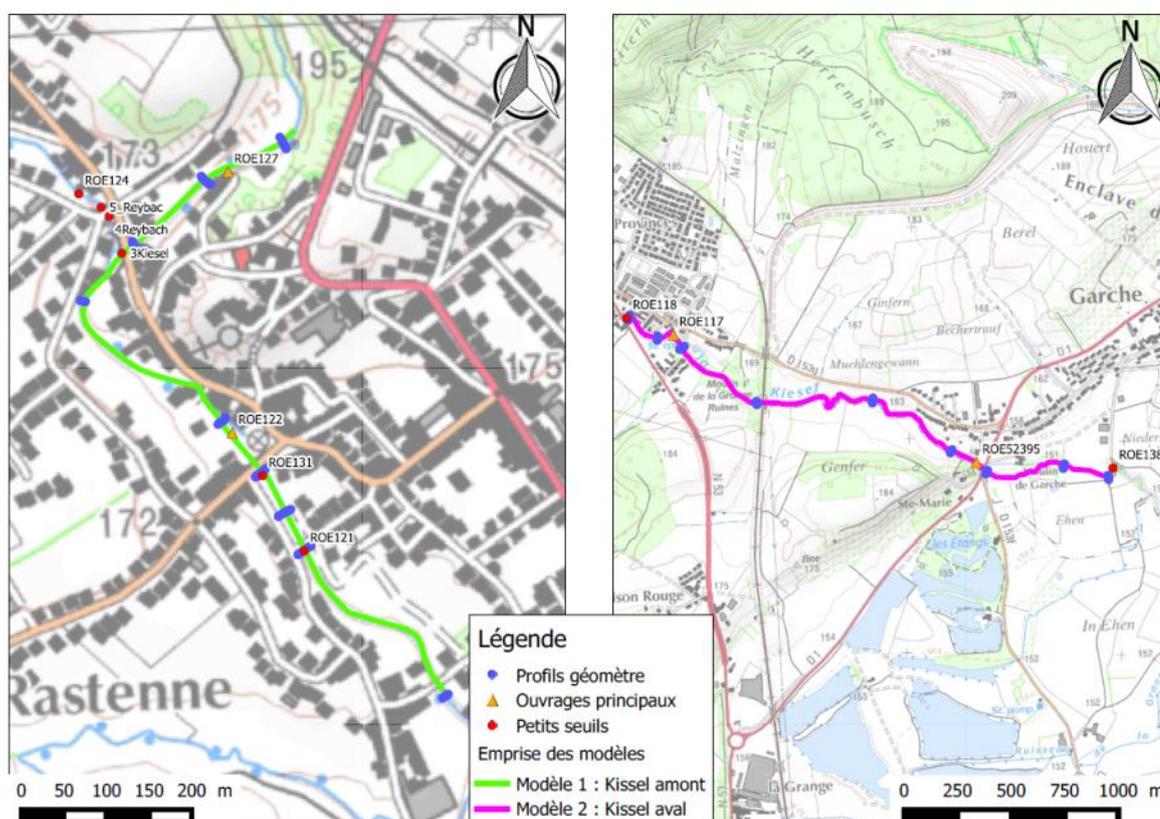


Fig. 11. Emprise de linéaire modélisé avec notification des profils levés par le géomètre

9.2.1.3. HYPOTHESES DE MODELISATION

Pour les deux modèles, les hypothèses de modélisation sont les suivantes :

- Modélisation en régime permanent ;
- Conditions aval/amont : Hauteur normale en régime uniforme ;
- Rugosité du lit mineur : Ks de 10 à 33 ;
- Rugosité du lit majeur : Ks de 35 (végétation herbacée) à 66 (urbain) ;
- Coefficients de débit des barrages : 0,38 à 0,4

- Fonctionnement actuel avec ouverture et fermeture de vanne si présence de vanne.

9.2.1.4. REMARQUE SUR LES LIMITES DU MODELE

Les débits de la Kissel et ses affluents sont inférieurs ou équivalents à $1 \text{ m}^3/\text{s}$ pour des débits de QMNA2 à 3 fois le Module, représentant 90% des débits du bassin versant. Ces valeurs faibles de débits se situent à la limite de la gamme des débits pouvant être modélisés et bien représentés dans un modèle hydraulique à surface libre. Il est important de noter que la structure du lit mineur induit une certaine incertitude des niveaux d'eau calculés par modélisation hydraulique à bas débits, notamment à l'aval des ouvrages où les hauteurs d'eau (hors fosse d'appel) peuvent être faibles. En effet, la granulométrie élevée des matériaux constitutifs du lit mineur induit de fortes variations des faciès d'écoulement (radier, seuils, mouilles, ...) qui sont susceptibles d'influencer significativement les niveaux d'eau estimés (notamment à l'aval des ouvrages).

9.2.2. Hypothèses hydrologiques de départ

Les débits caractéristiques, – QMNA2 à 3 x Module correspondant à 90% des débits de la Kissel et ses affluents –, pris en compte dans le modèle hydraulique sont présentés dans le tableau ci-après. A noter que le débit QMNA5 n'est pas présenté parce que ce dernier, trop faible, n'est pas modélisé.

Tabl. 5 - Débits caractéristiques pour le modèle hydraulique

| Exutoire | Surface BV (km ²) | Type de débit | Débit (m ³ /s) | Source des données |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------|---------------------------|------------------------------------------|
| Kiesel au confluent avec la Moselle (ancien confluent) | 53.9 | QMNA2 | 0.068 | DREAL Lorraine (1971 - 1990) |
| | | Module | 0.470 | |
| | | 3 x Module | 1.410 | |
| Kiesel au droit de l'ouvrage ROE127 | 18.3 | QMNA2 | 0.029 | Extrapolation de Myer ($\alpha = 0.8$) |
| | | Module | 0.198 | |
| | | 3 x Module | 0.594 | |
| Kiesel au confluent avec le Reybach* | 26 | QMNA2 | 0.038 | Extrapolation de Myer ($\alpha = 0.8$) |
| | | Module | 0.262 | |
| | | 3 x Module | 0.787 | |
| Kiesel au droit de l'ouvrage ROE118 | 40.8 | QMNA2 | 0.054 | Extrapolation de Myer ($\alpha = 0.8$) |
| | | Module | 0.376 | |
| | | 3 x Module | 1.128 | |
| Kiesel à l'aval de l'ouvrage ROE117 | 42.2 | QMNA2 | 0.056 | Extrapolation de Myer ($\alpha = 0.8$) |
| | | Module | 0.386 | |
| | | 3 x Module | 1.159 | |
| Kiesel à l'amont de l'ouvrage ROE52395 | 45 | QMNA2 | 0.059 | Extrapolation de Myer ($\alpha = 0.8$) |
| | | Module | 0.407 | |
| | | 3 x Module | 1.220 | |

* Ces valeurs sont à prendre avec précaution, en plus de l'incertitude de la méthode d'extrapolation, en raison des eaux d'exhaure donnant un débit plus important au Reybach. Le débit hors eaux d'exhaure est très faible de l'ordre de deux litres par seconde.

Les débits de crue modélisés sont la crue décennale et centennale estimées lors de l'étude de SAFEGE en 1999 et repris par SINBIO après analyse des données en 2014 sur le bassin versant.

Tabl. 6 - Débits caractéristiques de crue pour le modèle hydraulique

| Exutoire | Surface BV (km ²) | Type de débit | Débit (m ³ /s) | Source des données |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------|---------------------------|--------------------|
| Kiesel au confluent avec la Moselle (ancien confluent) | 55 | Q10 | 22 | SAFEGE, 1999 |
| | | Q100 | 40 | |
| Kiesel au droit de l'ouvrage ROE127 | 18.3 | Q10 | 10.8 | SAFEGE, 1999 |
| | | Q100 | 20.0 | |
| Kiesel au confluent avec le Reybach | 26 | Q10 | 16.2 | SAFEGE, 1999 |
| | | Q100 | 30.9 | |
| Kiesel à l'aval du Wampichbach | 36.1 | Q10 | 18.3 | SAFEGE, 1999 |
| | | Q100 | 33.5 | |

9.2.3. Topologie des modèles

9.2.3.1. MODELE 1

Ce modèle représente un linéaire d'environ 1 km de la Kissel amont avec les ouvrages présents sur le linéaire. Les ponts « Charles De Gaulles » et « Du 12 septembre 1944 » sont représentés dans la topologie du modèle afin de prendre en compte leur impact hydraulique (Ex : capacité hydraulique maximale). L'apport de l'affluent le Reybach est pris en compte par injection de débit à la confluence avec la Kissel.

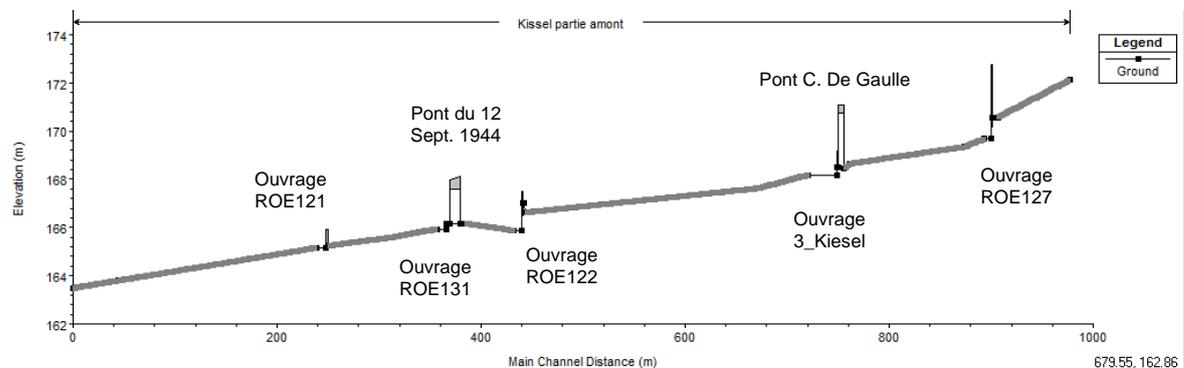


Fig. 12. Topologie du modèle 1 – Kissel amont sous HEC-RAS

9.2.3.2. MODELE 2

Ce modèle représente un linéaire d'environ 2.6 km de la Kissel aval avec les ouvrages présents sur le linéaire. Les ponts SNCF et de la route de Thionville sont représentés dans la topologie du modèle afin de prendre en compte leur impact hydraulique (ex : capacité hydraulique maximale). L'apport de deux affluents, non inclus dans le linéaire de cours d'eau de l'étude, est pris en compte par injection de débit à leur confluence avec la Kissel.

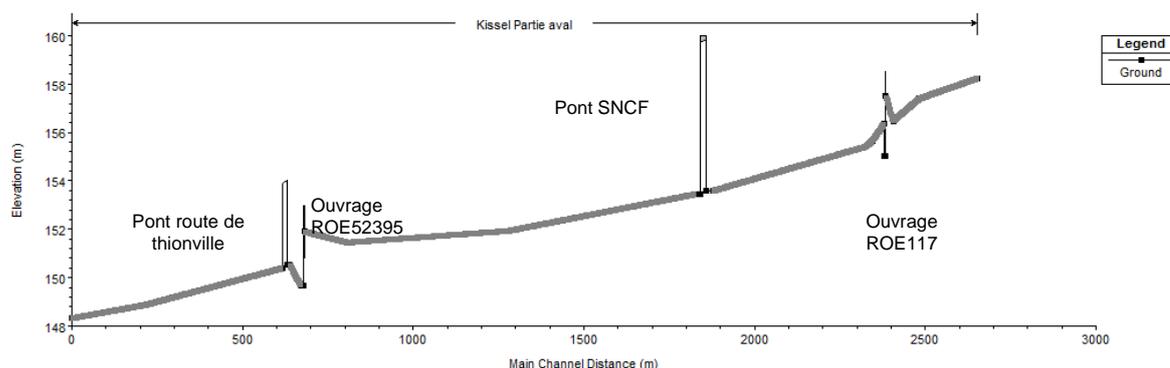


Fig. 13. Topologie du modèle 2 – Kissel aval sous HEC-RAS

La topologie présentée ci-dessous est celle de l'état initial, elle est présentée à titre indicative afin de considérer le modèle de base qui a été établi pour la modélisation des scénarii d'aménagement proposés en projet dans cette étude de faisabilité.

9.3. OUVRAGES PRINCIPAUX

9.3.1. ROE117 : au droit de la station d'épuration

9.3.1.1. CARACTERISTIQUE DE L'OUVRAGE

L'ouvrage ROE117 est un seuil fixe à parement quasi-vertical en béton d'environ 21 m de longueur calé à la cote de crête (non régulière) de 158,72 m NGF. Cet ouvrage engendre une hauteur de chute de l'ordre de 2 m quelles que soient les conditions hydrologiques. Le génie civil de l'ouvrage est en mauvais état, la crête arrondie et le parement en béton sont dégradés, fissurés et effrités sur plusieurs mètres. L'ouvrage est lié à la traversée d'une canalisation d'assainissement qui permet l'acheminement de l'ensemble des eaux usées de la commune d'Hettange-Grande vers la station d'épuration située à l'aval. Il est possible que cet ouvrage ait été réhabilité pour la mise en place de la canalisation puisque le moulin de la Grande Ruine aujourd'hui disparu pouvait être alimenté par ce dernier. L'accessibilité s'effectue par l'impasse du Grossen Acker, en rive gauche. Une station hydrométrique gérée par la DREAL Lorraine est présente (mesures par micromoulinet) pour mesurer les débits et les hauteurs d'eau de la Kissel à l'aval de l'ouvrage. Le tableau ci-dessous résume les informations le concernant et une fiche ouvrage en annexe du rapport de phase 1, détaille l'ensemble des données recueillies.

Tabl. 7 - Information principale sur l'ouvrage ROE117 au droit de la station d'épuration

| OUVRAGE ROE117 (accessible par l'impasse du Grossen Acker) | | | |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Présent sur le cours d'eau | Kissel | Longueur en crête (m) | 21.5 |
| X, Y (Lambert 93) | 929921.0, 6926441.4 | Hauteur de chute – étiage (m) | 2,11 |
| Propriétaire | Communauté de communes de Cattenom | Dépôt sédimentaire | Atterrissement d'éléments fins et grossiers présents en pied d'ouvrage (22/01/2015) |
| Date de construction | Année 90 | Erosion | Absence de traces majeures d'érosion progressive du lit (22/01/2015) |
| Usage actuel | Protection de la traversée d'une canalisation d'assainissement | Potentiel de franchissabilité à montaison | Infranchissable pour les espèces caractéristiques du cours d'eau |
| Raison d'existence | Traversée d'une canalisation d'assainissement | Potentiel de franchissabilité à l'avalaison | Difficilement franchissable |
| Etat du génie civil | Mauvais (crête effritée et fissurée) | Potentiel de transport solide | Retenue partiellement comblée, impact avéré de l'ouvrage |
| Structure | Redan en crête, parement quasi-vertical Bassin de dissipation aval | Autres : | Rejet d'eaux usées en rive droite et sensibilité aux embâcles importantes |

**Fig. 14. Ouvrage ROE117, localisé au droit de la station d'épuration d'Hettange-Grande**

9.3.1.2. OBJECTIF ET SCENARII D'AMENAGEMENT

Pour rappel, le rapport d'état des lieux et diagnostic de l'ouvrage montre que ce dernier constitue un obstacle à la continuité piscicole et sédimentaire, avec un impact modéré sur le transport des sédiments.

L'ouvrage ROE117 n'a pas de vocation liée à un usage de l'eau de la Kissel mais sa présence est due, dans sa configuration actuelle, à la traversée d'une canalisation d'assainissement qui conduit les eaux usées vers la station d'épuration d'Hettange-Grande située en aval.

La contrainte d'aménagement est ainsi très forte puisqu'il est nécessaire de préserver la structure et la stabilité de la canalisation dans son état actuel.

Dans ce contexte, les scénarii d'aménagement proposés pour la restauration de la continuité sont :

- 1) Arasement partiel de l'ouvrage incluant un dispositif de franchissement piscicole ;
- 2) Equipement de l'ouvrage par l'aménagement d'un dispositif de franchissement.

La présente étude de faisabilité va permettre d'évaluer au préalable les impacts positifs et négatifs dus à ces aménagements.

9.3.1.2.1. Arasement partiel de l'ouvrage

L'armature de béton (si présence d'amiante, important pour les travaux d'arasement sur la crête) recouvrant la canalisation a été mise en place pour garantir la stabilité de la canalisation au regard de la force hydraulique exercée par le cours d'eau (pression hydrostatique) et la flottabilité de la canalisation lorsque celle-ci est vide (poussée d'Archimède), même si ce dernier phénomène est rare puisque nous avons affaire à un collecteur d'eaux usées la plupart du temps en charge. Ainsi, dans ce contexte, l'arasement partiel devra tenir compte, notamment dans les stades ultérieurs de définition du projet, de la stabilité de l'ouvrage.

Dans une première approche qui nous semble possible au vu de la masse de béton entourant la canalisation, une réduction de la hauteur de crête de l'ouvrage de 30 à 67 cm (au maximum) est proposée, visant une cote régulière à 158.30 m NGF. Pour complètement rétablir la libre circulation des poissons, une rivière de contournement en rive gauche sur la parcelle 128 pourra être mise en œuvre. Il est important d'avoir à l'esprit que la marge de manœuvre pour réaliser le dispositif en la présence de la canalisation devra être bien étudiée au stade AVP et PRO. En effet, la canalisation est enterrée à 2 à 3 mètres par rapport au terrain naturel. Dans ce contexte, il sera important pour le premier pseudo-bassin (entrée hydraulique) de veiller à ne pas induire d'impact sur la canalisation, ainsi il serait nécessaire d'étudier le poids exercé sur les parois de celle-ci (éviter une rupture). Le reste du dispositif sera pseudo-naturel avec des blocs en enrochements au niveau des cloisons.

Ainsi, la rivière de contournement doit répondre aux objectifs suivants :

- Charge minimale sur le seuil : 20 cm ;
- Chute maximale entre 15 cm et 14 cm ;
- Vitesse maximale de 1,1 à 1,5 m/s ;
- Puissance dissipée inférieure à 150 W/m³ ;
- Hauteur d'eau minimale des pseudo-bassins : 0,4 m.



Fig. 15. Exemple de rivière de contournement (Barrage sur la Bruche à Avolsheim)

A. Impact hydraulique

L'évolution des lignes d'eau au droit de l'ouvrage arasé a été modélisée pour des débits allant de QMNA2 à 3 x Module. Une comparaison des lignes d'eau initiale et projet pour un débit au module est présentée sur la figure ci-après :

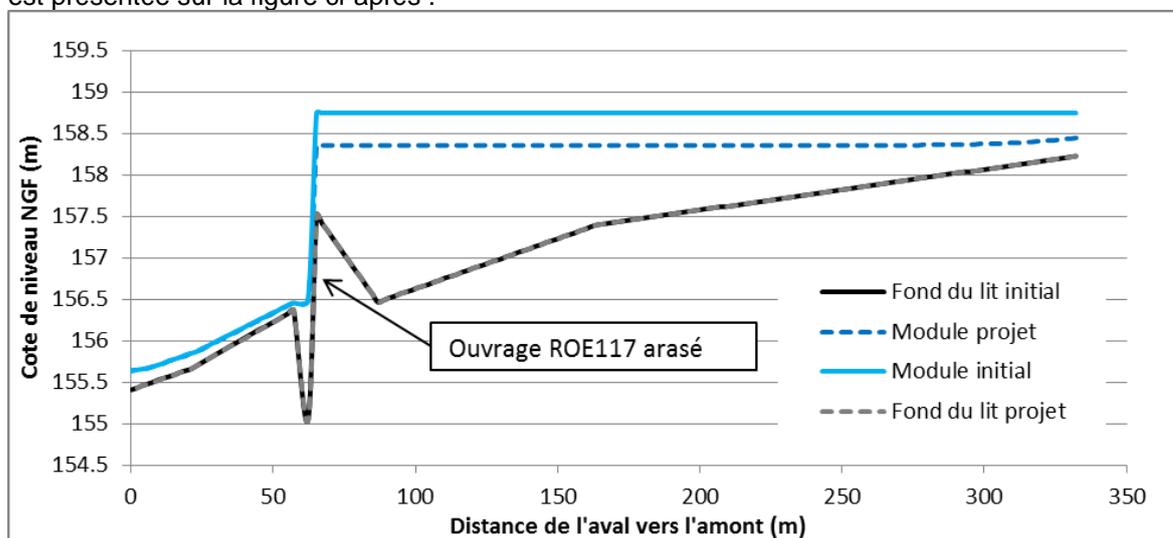


Fig. 16. Comparaison des lignes d'eau modélisées pour un débit au module dans le cadre de l'arasement partiel de l'ouvrage ROE117.

La comparaison des lignes d'eau pour un débit au module montrent un abaissement des hauteurs d'eau en amont de l'ouvrage arasé d'environ 0.39 m dont l'impact s'étend environ 350 m à l'amont. La hauteur d'eau en amont de l'ouvrage arasé reste aux environs de 1 m quelles que soient les conditions hydrologiques. Le remous liquide présent dans la configuration initiale se produisant sur plus de 350 m est réduit de 50 m, ce qui reste toutefois important. L'abaissement faible de la ligne d'eau ne représente pas d'impact significatif sur la stabilité des berges.

Etude globale des ouvrages hydrauliques de la Kissel et ses affluents

Etude de faisabilité

RAPPORT DE PHASE 2 – MISE A JOUR

Par ailleurs, l'impact de l'arasement de l'ouvrage sur les crues est positif au regard de la hauteur d'eau avec une diminution de celle-ci au maximum de 45 cm en amont de l'ouvrage pour les débits de crue décennale (Q10) et centennale (Q100). Les vitesses d'écoulement restent sensiblement proches de la situation actuelle, avec une légère hausse.

B. Impact hydromorphologique

L'arasement partiel de l'ouvrage permet certes d'abaisser la ligne d'eau en amont et d'augmenter légèrement la capacité pour le débit de plein bord mais ceci n'aura que de très faibles effets sur la morphologie du lit sur le tronçon amont. En effet, l'impact sur la pente de fond du lit ne devrait pas dépasser 0,2%.

C. Impact écologique

L'arasement partiel de l'ouvrage ne permet pas à lui seul de rétablir la continuité piscicole, ainsi la rivière de contournement proposée pourra être de rangées périodiques en enrochements. La chute maximale résiduelle étant de 1.9 m, le dispositif devrait comporter 13 cloisons et donc 12 pseudo-bassins.

Les rangées pourront être constituées de blocs en enrochements de blocométrie 600/900/1200 kg (P10/P50/P90). Les dimensions des pseudo-bassins prendront une largeur équivalente à 4 à 6 fois la largeur de l'échancrure et pour la longueur de 7 à 12 fois la largeur de l'échancrure. La pente de l'ouvrage en moyenne serait d'environ 4 % sur une longueur de l'ordre de 55 m.

Concernant le fonctionnement du dispositif, nous proposons de caler une entrée hydraulique de façon à ce que le débit QMNA2 passe intégralement dans l'ouvrage (niveau d'eau amont au niveau du seuil). Le débit minimal transitant ainsi dans l'ouvrage sera de 54 l/s. La cote de fond amont de la première échancrure de la passe à poissons pourrait être calée à 158,10 m avec une largeur de l'échancrure à 0,35 m. Cette cote sera à ajuster en fonction du calage de la canalisation (qui nécessite d'explorer sa profondeur et son positionnement exacts).

Ainsi, dans cette configuration, l'arasement partiel et l'aménagement d'un dispositif permettront de restaurer la continuité piscicole. En revanche, la continuité sédimentaire ne serait que partiellement améliorée.

D. Bilan sur la contrainte d'aménagement principale

L'aménagement d'arasement partiel proposé en conservant la structure en béton armé protégeant la canalisation n'est pas optimal pour rétablir la continuité écologique sur ce secteur mais permet néanmoins de réduire la hauteur de chute, sans impacter significativement les berges en amont

E. Coût estimatif de l'aménagement

Les travaux d'arasement partiel et d'équipement de l'ouvrage, incluant les frais généraux, représentent une enveloppe d'environ 145 000 Euros HT.

Tabl. 8 - Chiffrage estimatif pour l'arasement partiel et l'équipement de l'ouvrage ROE117

| N° PRIX | DESIGNATION DE LA NATURE DES TRAVAUX | UNITE | PRIX UNITAIRE € H.T. | QUANTITE TOTALE | MONTANT TOTAL € HT |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------|-------|-------------------------|--------------------|-----------------------|
| ARASEMENT PARTIEL ET EQUIPEMENT DE L'OUVRAGE | | | | | |
| 0 | FRAIS GENERAUX | Forf. | 25 000.00 € | 1.00 | 25 000.00 |
| 1 | TERRASSEMENTS/ENROCHEMENTS/GENIE CIVIL | Forf. | 86 625.00 € | 1.00 | 86 625.00 |
| 2 | ARASEMENT | Forf. | 15 000.00 € | 1.00 | 15 000.00 |
| 3 | TRAVAUX DIVERS (15% des travaux) | | | | 18 993.75 |
| | | | | | 145 618.75 |

9.3.1.2.2. Equipement de l'ouvrage

Dans un contexte très contraint, il est proposé d'envisager une rivière de contournement afin de rétablir la circulation piscicole dans le cas où les enjeux de l'arasement partiel énoncés ci-avant ne semblent pas envisageables par le gestionnaire de la canalisation. Les mêmes précautions que celles évoquées précédemment sont prescrites concernant la protection de la canalisation et de sa stabilité pour effectuer l'entrée de la passe à poissons. De même, les critères de dimensionnement sont également à respecter.

La hauteur de chute maximale étant de l'ordre de 2.3 m, le dispositif devrait comporter 15 cloisons et 14 pseudo-bassins. Les rangées pourront être constituées de blocs en enrochements avec une blocométrie de type 600/900/1200 kg (P10/P50/P90). Les dimensions des pseudo-bassins devront prendre en compte une largeur équivalente à 4 à 6 fois la largeur de l'échancrure et pour la longueur de 7 à 12 fois la largeur de l'échancrure. L'implantation de la passe pourra se faire de manière sinueuse, mais la pente moyenne de l'ouvrage sera d'environ 4 % sur une longueur de 60 m.

Concernant le fonctionnement du dispositif, nous proposons de caler une entrée hydraulique de façon à ce que le débit QMNA2 passe intégralement dans l'ouvrage (niveau d'eau amont au niveau du seuil). Le débit minimal transitant ainsi dans l'ouvrage sera de 54 l/s. La cote de fond amont de la rivière pourrait être calée à 158,70 m NGF.

A. Impact hydraulique

Le fonctionnement hydraulique engendrera à l'étiage un débit seulement dans la passe à poissons, et au-delà, l'écoulement sur le seuil se fera par déversement. La ligne d'eau en amont de l'ouvrage sera abaissée d'environ 30 cm suite à la mise en place de la passe à poissons.

B. Impact hydromorphologique

Aucun impact positif ni négatif ne résulte de cet aménagement. La situation reste ainsi inchangée.

C. Impact écologique

La mise en place de la passe à poissons assurera le franchissement des espèces cibles, les jets au niveau des cloisons devront à ce titre être exclusivement « de surface ».

D. Coût estimatif de l'aménagement

Les travaux d'équipement de l'ouvrage, incluant les frais généraux, représentent une enveloppe d'environ 132 000 Euros HT.

Tabl. 9 - Chiffrage estimatif pour l'équipement de l'ouvrage ROE117

| N° PRIX | DESIGNATION DE LA NATURE DES TRAVAUX | UNITE | PRIX UNITAIRE € H.T. | QUANTITE TOTALE | MONTANT TOTAL € HT |
|--------------------------------|----------------------------------------|-------|-------------------------|--------------------|-----------------------|
| Equipement de l'ouvrage | | | | | |
| 0 | FRAIS GENERAUX | Forf. | 20 000.00 | 1.00 | 20 000.00 |
| 1 | TERRASSEMENTS/ENROCHEMENTS/GENIE CIVIL | Forf. | 94 500.00 € | 1.00 | 94 500.00 |
| 2 | TRAVAUX DIVERS (15% des travaux) | | | | 17 175.00 |
| TOTAL | | | | | 131 675.00 |

9.3.2. ROE122 : au droit du bourg d'Hettange-Grande

9.3.2.1. CARACTERISTIQUE DE L'OUVRAGE

L'ouvrage ROE122 est un seuil fixe à parement incliné en béton d'environ 42.5 m de longueur calé à la cote (non régulière) de 167.48 m NGF. Un vestige d'orifice de vanne est visible, une planche a été placée pour fermer l'ouverture. Cet ouvrage engendre une hauteur de chute de l'ordre de 1,35 m à l'étiage. Le génie civil de l'ouvrage est en mauvais état, le parement en béton est fissuré et il se désolidarise par endroit. Cet ouvrage permettait l'alimentation en eau d'un moulin aujourd'hui inexistant. L'ouvrage est accessible par la rue Charles de Gaulle, en rive gauche. Le tableau ci-dessous résume les informations le concernant et une fiche ouvrage en annexe du rapport de phase 2, détaille l'ensemble des données recueillies.



Fig. 17. Ouvrage ROE122, localisé au centre d'Hettange-Grande.

Tabl. 10 - Information principale sur l'ouvrage ROE122 au centre amont du bourg d'Hettange-Grande

| OUVRAGE ROE122 (accessible par rue Charles de Gaulle) | | | |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Présent sur le cours d'eau | Kissel | Longueur en crête (m) | 42.5 |
| X, Y (Lambert 93) | 928674.5, 6927507.7 | Hauteur (m) | 1,35 |
| Propriétaire | Commune d'Hettange-Grande | Dépôt sédimentaire | Apport et dépôt de sédiment en rive gauche aval de l'ouvrage (22/01/2015) |
| Date de construction | 19 ^{ème} siècle | Erosion | Absence de traces majeures d'érosion progressive du lit (22/01/2015) |
| Usage actuel | Aucun | Potentiel de franchissabilité à montaison | Infranchissable pour les espèces caractéristiques du cours d'eau |
| Raison d'existence | Ancien moulin | Potentiel de franchissabilité à l'avalaison | Franchissable en rive droite |
| Etat du génie civil | Très mauvais (béton désolidarisé) | Potentiel de transport solide | Retenue amont de l'ouvrage partiellement comblée, transit sédimentaire peu impacté, accumulation de matière en aval rive gauche |
| Structure | Paroi inclinée avec quelques enrochements en rive gauche et en pied d'ouvrage. Présence d'une ancienne vanne (planche) | Autres : | Forte sensibilité aux embâcles |

9.3.2.2. OBJECTIF ET SCENARII D'AMENAGEMENT

Pour rappel, le rapport d'état des lieux et diagnostic de l'ouvrage montre que ce dernier constitue un obstacle à la continuité piscicole et sédimentaire, avec un impact faible sur le transport des sédiments.

L'ouvrage ROE122 n'a pas de vocation liée à un usage de l'eau de la Kissel mais sa présence est due à la présence ancienne d'un canal en rive gauche qui alimentait plusieurs moulins. Deux contraintes d'aménagement concernent la stabilité des berges et murs de part et d'autre du lit mineur maintenant des jardins et habitations, et la présence d'une lame d'eau suffisante pour maintenir la fonctionnalité de la frayère à poissons blancs en amont.

Dans ce contexte, les scénarii d'aménagement proposés pour la restauration de la continuité sont :

- 1) Effacement total de l'ouvrage ;
- 2) Arasement partiel avec l'équipement de l'ouvrage par l'aménagement d'un dispositif de franchissement.

La présente étude de faisabilité va permettre d'évaluer au préalable les impacts positifs et négatifs dus à ces aménagements.

9.3.2.2.1. **Effacement de l'ouvrage**

L'effacement de l'ouvrage consisterait à extraire l'ensemble de la structure de l'ouvrage, parement et radier. La largeur du lit mineur actuellement importante avec la présence du seuil serait réduite à 12 m pour rester dans la gamme moyenne du lit mineur sur ce secteur de la Kissel. La pente du fond du lit après l'effacement de l'ouvrage serait en moyenne de 0,8%.

A. Impact hydraulique

L'évolution des lignes d'eau au droit de l'ouvrage ROE122 effacé a été modélisée pour des débits allant de QMNA2 à 3 x Module. Seule une comparaison des lignes d'eau initiale et de projet est présentée sur la figure ci-après :

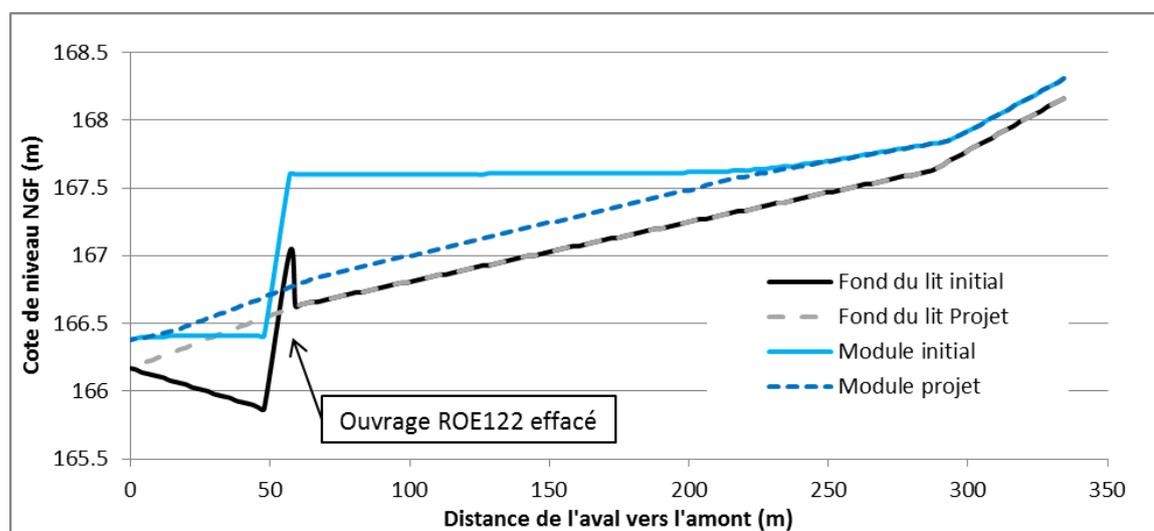


Fig. 18. Comparaison des lignes d'eau modélisées pour un débit au module dans le cadre de l'effacement total de l'ouvrage ROE122.

La comparaison des lignes d'eau pour un débit au module montre un abaissement de la hauteur d'eau en amont de l'ouvrage effacé d'environ 0.75 m dont l'impact s'étend environ 150 m à l'amont. Cet abaissement pose la question de l'impact sur la stabilité des fondations des habitations/murs en amont de l'ouvrage qui sont actuellement ancrées dans des sols saturés en eau. Ainsi, dans ce contexte, des études géotechniques seront nécessaires pour ajuster le scénario d'effacement de l'ouvrage et notamment la largeur du lit mineur à conserver. La hauteur d'eau ainsi générée est comprise entre 15 et 25 cm, ce qui reste compatible avec la vie des espèces aquatiques sur le secteur. En étiage, la hauteur d'eau évolue entre 5 et 11 cm, ce qui correspond à la hauteur d'eau observée sur le tronçon amont en dehors de l'influence d'ouvrages. Le remous liquide présent dans la configuration initiale se produisant systématiquement disparaît complètement.

Par ailleurs, l'impact de l'effacement de l'ouvrage sur les crues est positif au regard de la hauteur d'eau avec une diminution de la hauteur d'eau d'environ supérieure à 10 cm en amont de l'ouvrage pour les débits de crue décennale (Q10) et centennale (Q100). Toutefois, une augmentation de la vitesse d'écoulement est évaluée. A un stade d'étude supérieure à celui de l'étude de faisabilité, une analyse plus fine de l'impact sur la dynamique des crues sera nécessaire dans le cadre du choix du scénario pour cet ouvrage.

Dans le même objectif que pour la stabilité des habitations, l'ajustement du scénario d'effacement devra tenir compte de l'impact sur les crues au stade AVP/PRO.

B. Impact hydromorphologique

Pour connaître l'évolution du profil en long et le retour à l'équilibre hydromorphologique du fond du lit, la force tractrice et le critère de Shield ont été estimés en amont de l'ouvrage effacé juste après l'effacement et après ajustement naturel à l'équilibre.

Pour rappel, la force tractrice permet de connaître la force induite par le courant d'un cours d'eau à laquelle est soumis le fond du lit, et permettant de produire un transport solide en entraînant les particules solides du fond du lit. Le critère de Shield est déterminé à partir de la force tractrice et exprime le rapport entre la force de frottement du fluide (c'est-à-dire la force tractrice) et la force du poids submergé des sédiments. Toute rivière possède un seuil de critère de Shield en-deçà duquel l'équilibre du fond du lit est assuré, il est appelé le critère de Shield critique. La valeur de référence pour une rivière naturelle est 0.047. Ainsi, lorsque le critère de Shield d'une rivière dépasse le seuil critique, la mobilisation des sédiments est active, il y a donc transport par charriage, réajustement des éléments pour un retour à l'équilibre. L'érosion régressive du fond du lit est d'ailleurs l'un des phénomènes le plus envisagés lors de l'effacement total ou partiel d'un ouvrage. En effet, cette érosion amène à une reprise des sédiments du fond du lit vers l'amont afin de rétablir l'équilibre du profil en long du cours d'eau.

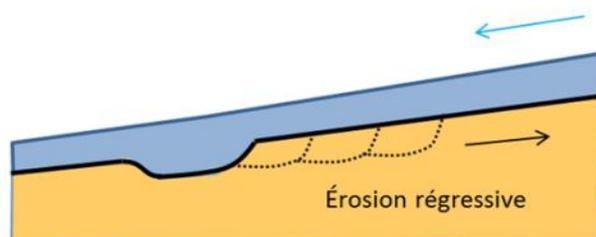


Fig. 19. Effet d'érosion régressive suite à l'effacement total ou partiel d'un ouvrage

Pour conduire cette analyse hydromorphologique préalable, le débit morphogène de la rivière, la plupart du temps équivalent au débit de plein bord, est le débit pris en compte pour évaluer les possibilités d'ajustement du profil en long. A noter que les événements les plus rares peuvent quant à eux provoquer de fortes perturbations du lit mais ces perturbations sont localisées et temporaires, et ne contribuent pas forcément à un ajustement durable.

Concernant le choix de la granulométrie du lit prise en compte pour cette analyse préalable, il est établi sur l'hypothèse d'une granulométrie (mesurée sur le terrain, Cf. Rapport d'état des lieux et diagnostic de phase 1) constituant l'armature de la couche des sédiments (surface) du fond du lit considérant une taille de grain médiane (D50) à 75 mm.

Le tableau ci-dessous présente les résultats concernant le tronçon en amont de l'ouvrage :

Tabl. 11 - Evaluation de la mobilisation des sédiments après effacement total et après ajustement à l'équilibre - ouvrage ROE122

| Tronçon | Fréquence du débit | Débit (m ³ /s) | Pente moyenne (m/m) | Rayon hydraulique (m) | Force tractrice (N/m ²) | Critère de Shield (N/m ²) | Mouvement des sédiments |
|---------------------------------------------|--------------------|---------------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Tronçon au droit de l'ouvrage ROE122 effacé | Q10 | 16.2 | 0.0080 | 0.68 | 53.5 | 0.044 | Absence de mobilisation des sédiments |

Les résultats montrent qu'avec une pente moyenne de 0.8 % après effacement de l'ouvrage, les sédiments soumis à un débit de fréquence décennale ne seront potentiellement pas mobilisés, le fond du lit étant à l'équilibre dans ces conditions, sur la base des hypothèses faites (granulométrie, rayon hydraulique moyen sur le tronçon amont).

L'effacement de l'ouvrage requiert le comblement de la fosse actuelle générée par l'ouvrage afin de ne pas induire de déstabilisation du fond du lit amont par érosion régressive. La pente du fond du lit lors de l'effacement de l'ouvrage devra être de 0.8% sur environ 50 m.

L'impact de cet aménagement, **évalué au stade faisabilité**, est donc faible en termes de risque d'affouillement au droit des fondations des habitations sur le tronçon amont.

C. Impact écologique

L'effacement de l'ouvrage permet ainsi le rétablissement de la libre circulation des poissons et du transport suffisant des sédiments. En revanche, l'abaissement de la ligne d'eau impactera la zone de frayère située en amont puisqu'un abaissement au maximum de 37 cm est estimé. Dans ce contexte, il serait nécessaire, dans le stade d'étude plus avancé, de comparer les niveaux actuel et de projet de submersion des racinaires afin d'évaluer le réel impact sur les substrats de fraie. En somme, l'intérêt sera de définir les dispositions constructives permettant un effacement d'ouvrage tout en conservant la fonctionnalité de la frayère. Outre l'impact sensible sur la zone de fraie actuelle, l'effacement de l'ouvrage est un réel gain sur la qualité hydrogéomorphologique qui permettra un potentiel de population piscicole intéressante sur l'ensemble du tronçon sur ce site.

D. Aménagements connexes

L'effacement de l'ouvrage proposé par réduction de la largeur du lit à 12 m permet d'envisager des aménagements en rive gauche dans le but de favoriser un lieu de détente pour les habitants au bord de l'eau. Ce site pourrait constituer également un lieu de pêche. La rive gauche de la Kissel serait ainsi constituée de protection de berges en enrochements, et une large banquette d'environ 200 m² en remblai végétalisé pourraient être réalisées.

D'autre part, la conservation d'une lame d'eau suffisante pour assurer la fonctionnalité de la frayère et la stabilité des fondations pourrait être obtenue par la création d'un lit mineur d'étiage structuré par la mise en place d'enrochements végétalisés ou de banquettes végétalisées. L'objectif serait également de diversifier les écoulements et les habitats aquatiques afin de favoriser les caches piscicoles et le développement de la végétation.



Fig. 20. Exemple de structuration d'un lit mineur d'étiage (Mutterbach à Farschviller 57)

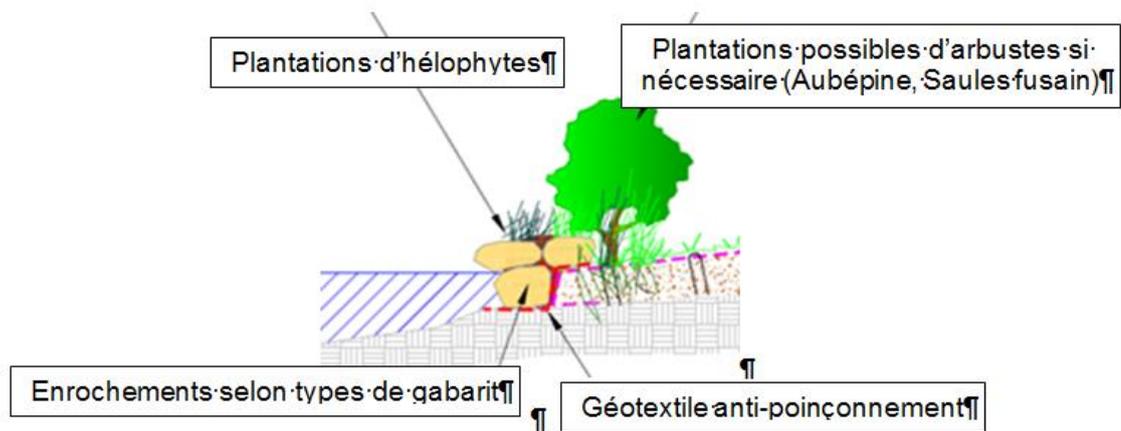


Fig. 21. Extrait d'un exemple d'aménagement d'enrochements végétalisés

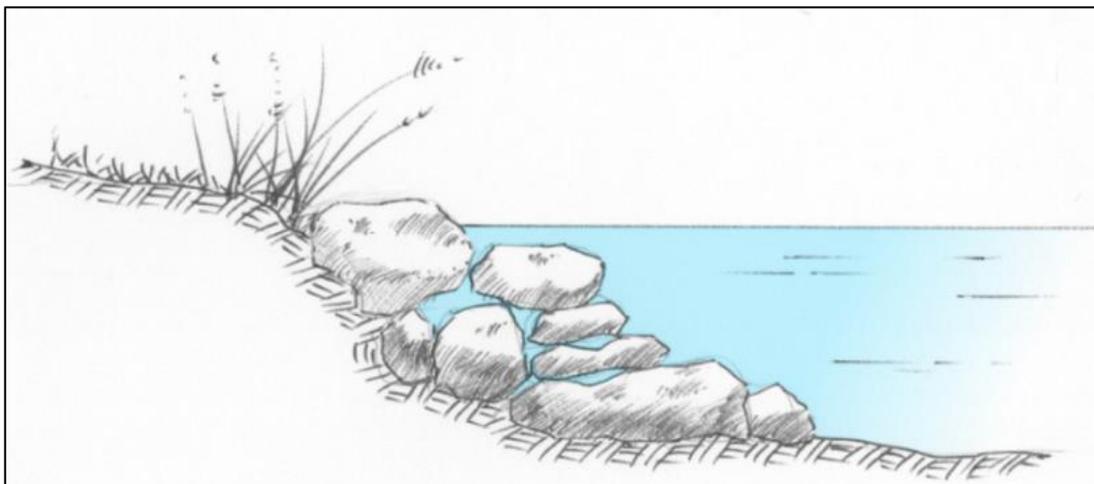


Fig. 22. Aménagement générant des caches et de la diversité d'habitats

E. Coût estimatif de l'aménagement

Les travaux d'effacement de l'ouvrage, incluant les frais généraux, représentent une enveloppe d'environ 155 000 Euros HT.

Tabl. 12 - Chiffrage estimatif pour l'effacement de l'ouvrage ROE122

| N° PRIX | DESIGNATION DE LA NATURE DES TRAVAUX | UNITE | PRIX UNITAIRE € H.T. | QUANTITE TOTALE | MONTANT TOTAL € HT |
|--------------------------------|----------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|--------------------|
| EFFACEMENT DE L'OUVRAGE | | | | | |
| 0 | FRAIS GENERAUX | Forf. | 25 000.00 € | 1.00 | 25 000.00 |
| 1 | TERRASSEMENTS/ENROCHEMENTS/GENIE CIVIL | Forf. | 70 000.00 € | 1.00 | 70 000.00 |
| 2 | AMENAGEMENTS CONNEXES | Forf. | 40 000.00 € | 1.00 | 40 000.00 |
| 3 | TRAVAUX DIVERS (15% des travaux) | | | | 20 250.00 |
| TOTAL | | | | | 155 250.00 |

9.3.2.2.2. **Arasement partiel et équipement de l'ouvrage**

L'arasement de l'ouvrage qui est une solution moins efficace qu'un effacement au regard de la restauration de la continuité écologique devra être envisagé uniquement si l'effacement ne peut satisfaire les enjeux de stabilité des fondations des habitations (étude géotechnique nécessaire), d'impact sur les crues et de conservation de la fonctionnalité de la frayère à poissons blancs. Dans ce cadre, en première approche, un arasement à la cote 167 m sur 12 m pourrait être envisagé. La réduction de la largeur est recommandée pour redonner au cours d'eau un gabarit d'écoulement plus naturel.

A. Impact hydraulique

L'évolution des lignes d'eau au droit de l'ouvrage ROE122 arasé a été modélisée pour des débits allant de QMNA2 à 3 x Module. Seule une comparaison des lignes d'eau initiale et de projet est présentée sur la figure ci-après :

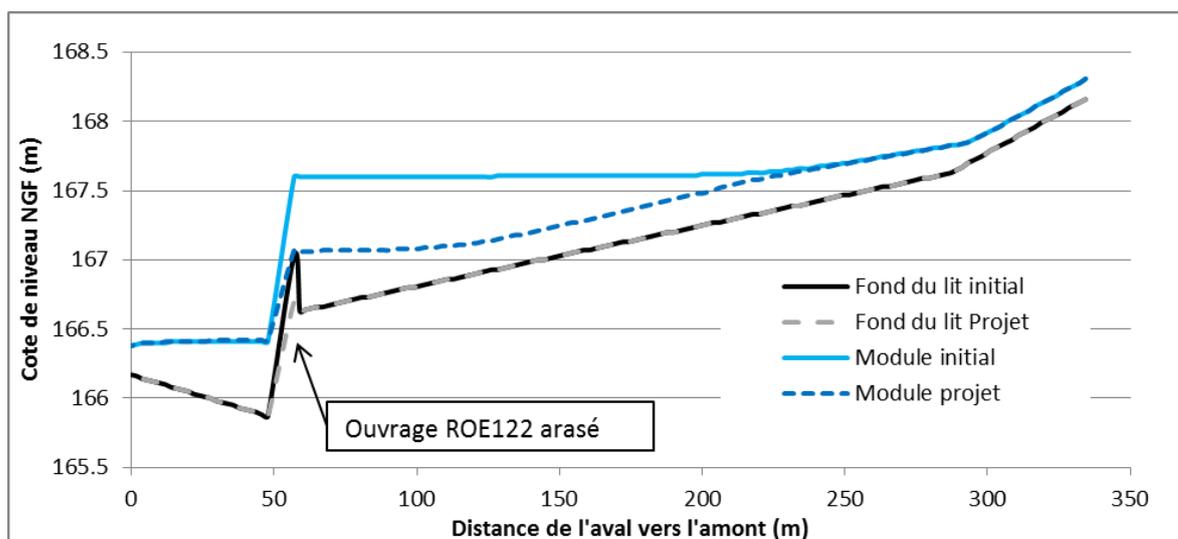


Fig. 23. Comparaison des lignes d'eau modélisées pour un débit au module dans le cadre de l'arasement partiel de l'ouvrage ROE122.

La comparaison des lignes d'eau pour un débit au module montre un abaissement de la hauteur d'eau en amont de l'ouvrage effacé d'environ 0.50 m réduisant de près de 100 m l'impact du remous à l'amont. Cet abaissement pose aussi la question de l'impact sur la stabilité des fondations des habitations en amont mais dans une proportion moindre. Néanmoins dans ce contexte, des études géotechniques seront nécessaires afin de vérifier les conditions de stabilité des maisons riveraines concernées par l'abaissement du plan d'eau.

Par ailleurs, l'impact de l'arasement pressenti de l'ouvrage sur les crues est légèrement négatif au regard de la hauteur d'eau avec une diminution de la hauteur d'eau de 5 cm en amont de l'ouvrage pour les débits de crue décennale (Q10). Une légère augmentation des vitesses d'écoulement est observée. A un stade d'étude supérieure à celui de l'étude de faisabilité, une analyse plus fine de l'impact sur la dynamique des crues sera nécessaire dans le cadre du choix du scénario pour cet ouvrage.

B. Impact hydromorphologique

L'arasement partiel de l'ouvrage permet certes d'abaisser la ligne d'eau en amont et d'augmenter légèrement la capacité pour le débit de plein bord mais ceci n'aura que de très faibles effets sur la morphologie du lit sur le tronçon amont. En effet, la présence de l'ouvrage à la cote de crête 167 m maintient et contrôle le niveau du fond du lit, en conséquence la pente ne devrait pas évoluer et garder une valeur d'environ 0,3%.

C. Impact écologique

L'arasement partiel de l'ouvrage ne permet pas de rétablir la continuité piscicole et sédimentaire en raison d'une chute résiduelle à environ 60-70 cm. Ainsi, pour rétablir le franchissement piscicole, la mise en place d'une rampe en enrochements régulièrement répartis ou jointifs sur une partie du lit mineur est une des solutions pour palier à l'absence de continuité. La mise en place d'une rampe à enrochements régulièrement répartis pourrait être privilégiée en raison d'une volonté de rendre le dispositif franchissable aussi par les plus petites espèces. Son implantation est proposée en rive gauche afin de favoriser l'accès et l'entretien.

Pour les rampes à enrochements régulièrement répartis, le principe est l'obtention d'un écoulement pseudo-uniforme sans singularités hydrauliques marquées susceptibles de constituer des points de blocage à la remontée du poisson.

Les blocs génèrent, dans leur sillage, une succession d'abris entre lesquels la vitesse doit rester suffisamment faible pour permettre aux poissons ayant les plus faibles capacités de nage de progresser entre ces abris.

Les critères qui déterminent l'hydraulique de la rampe sont la pente du coursier, la taille, la forme et la concentration des blocs.

Les facteurs résultants à prendre en compte vis-à-vis des possibilités de franchissement des espèces piscicoles sont la hauteur d'eau dans la rampe, la vitesse maximale dans les jets entre les blocs et la puissance dissipée volumique.

Pour assurer un franchissement « toutes espèces », la pente doit être de l'ordre de 3 à 4 % au plus.

L'ouvrage proposé, en première approche, vise un franchissement « toutes espèces » dont la longueur serait au minimum de 16 m pour une pente à 4%. La concentration des blocs devra être de l'ordre de 13.2%.

Les critères d'évaluation de la fonctionnalité de la passe sont les suivants, conformément au guide de conception (LARINIER et al., 2006) :

- La charge minimale dans la rampe doit être de 30 cm afin de permettre aux plus grandes espèces de disposer d'une lame d'eau suffisante ;

Etude globale des ouvrages hydrauliques de la Kissel et ses affluents

Etude de faisabilité

RAPPORT DE PHASE 2 – MISE A JOUR

- La vitesse maximale de l'écoulement (entre les blocs) doit être inférieure à 1,5 m/s afin de permettre aux espèces disposant des capacités de nage les plus faibles de remonter l'ouvrage ;
- La puissance dissipée volumique est donnée à titre indicatif et doit être inférieure à 250 W/m³ ;
- Les écoulements doivent être contenus entre les blocs afin de garantir le fonctionnement hydraulique calculé à partir des formules fournies dans le guide.

D. Coût estimatif de l'aménagement

Les travaux d'arasement partiel et d'équipement de l'ouvrage, incluant les frais généraux, représentent une enveloppe d'environ 126 000 Euros HT.

Tabl. 13 - Chiffrage estimatif pour l'arasement partiel de l'ouvrage ROE122

| N° PRIX | DESIGNATION DE LA NATURE DES TRAVAUX | UNITE | PRIX UNITAIRE € H.T. | QUANTITE TOTALE | MONTANT TOTAL € HT |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------|-------|-------------------------|--------------------|-----------------------|
| ARASEMENT PARTIEL ET EQUIPEMENT DE L'OUVRAGE | | | | | |
| 0 | FRAIS GENERAUX | Forf. | 25 000.00 € | 1.00 | 25 000.00 |
| 1 | TERRASSEMENTS/ENROCHEMENTS/GENIE CIVIL | Forf. | 60 000.00 € | 1.00 | 60 000.00 |
| 2 | AMENAGEMENTS CONNEXES | Forf. | 25 000.00 € | 1.00 | 25 000.00 |
| 3 | TRAVAUX DIVERS (15% des travaux) | | | | 16 500.00 |
| TOTAL | | | | | 126 500.00 |

9.3.3. ROE127 : à Soetrich

9.3.3.1. CARACTERISTIQUE DE L'OUVRAGE

L'ouvrage ROE127 est un seuil fixe à parement vertical en pierre de taille de 13 m de longueur calé à la cote (non régulière) de 172,74 m NGF avec un orifice de fond. Cet ouvrage engendre une hauteur de chute de l'ordre de 3 m quelle que soit les conditions hydrologiques lorsque l'orifice est clos, et une chute de l'ordre de 0,9 m dans le cas contraire. L'état général de l'ouvrage est assez bon en crête mais médiocre en pied d'ouvrage. Cet ouvrage permettait l'alimentation en eau d'un moulin aujourd'hui inexistant. L'ouvrage est accessible par les jardins privés en rive gauche par la rue Sainte-Sabine. Le tableau ci-dessous résume les informations le concernant et une fiche ouvrage en annexe détaille l'ensemble des données recueillies.

| OUVRAGE ROE127 (accessible par rue Sainte-Sabine) | | | |
|----------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Présent sur le cours d'eau | Kissel | Longueur en crête (m) | 13 |
| X, Y (Lambert 93) | 928710.1, 6927805.1 | Hauteur (m) | 0,92 (à l'étiage 26/06/2015) par l'orifice et supérieure à 3 m en surverse (10/02/2015) |
| Propriétaire | Karnath Marie-Claude | Dépôt sédimentaire | Dépôts en amont dans la retenue mais aucun en aval de l'ouvrage (26/06/2015) |
| Date de construction | 19 ^{ème} siècle | Erosion | Fosse marquée en pied d'ouvrage ; Traces majeures d'érosion du lit à l'amont de l'ouvrage (26/06/2015) |
| Usage actuel | Aucun | Potentiel de franchissabilité à | Infranchissable pour les espèces caractéristiques du cours d'eau |

| | | | |
|----------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | montaison | |
| Raison d'existence | Ancien moulin | Potentiel de franchissabilité à l'avalaison | Franchissable par l'orifice et chenal en pied d'ouvrage, sous réserve de conditions hydrologiques favorables |
| Etat du génie civil | Assez bon | Potentiel de transport solide | Fort impact, la retenue n'est pas comblée et l'ouvrage est un obstacle physique majeur aux matériaux solides |
| Structure | Parement vertical et enrochement en pied d'ouvrage | Autres : | Rejet d'eau pluviale à proximité |



Fig. 24. Ouvrage ROE127, localisé sur la Kissel en amont de la confluence avec le Reybach (en aval de Soetrich).

9.3.3.2. OBJECTIF ET SCENARII D'AMENAGEMENT

Pour rappel, le rapport d'état des lieux et diagnostic de l'ouvrage montre que ce dernier constitue un obstacle à la continuité piscicole et sédimentaire, avec un impact très fort sur le transport des sédiments.

L'ouvrage ROE127 n'a pas de vocation liée à un usage de l'eau de la Kissel mais sa présence est due à la présence ancienne d'un moulin en rive gauche. Une contrainte d'aménagement, faible à modérée, concerne la stabilité des berges du lit mineur maintenant des jardins et habitations.

Dans ce contexte, les scénarii d'aménagement proposés pour la restauration de la continuité sont :

- 1) Effacement total de l'ouvrage ;
- 2) Arasement partiel avec l'équipement de l'ouvrage par l'aménagement d'un dispositif de franchissement.

La présente étude de faisabilité va permettre d'évaluer au préalable les impacts positifs et négatifs dus à ces aménagements.

9.3.3.2.1. **Effacement de l'ouvrage**

L'effacement de l'ouvrage consisterait à extraire l'ensemble de la structure de l'ouvrage (mur) ainsi que le radier ou fondation et l'orifice de fond (Cf. Figure 24). Sans l'ouvrage, le niveau du fond du lit amont serait alors à une cote de 170,58 m et le niveau aval du fond du lit à une cote de 169,71 m. Une différence de niveau de 85-90 cm sur environ 10 m marque ainsi le profil en long. Il est donc attendu un ajustement du profil en long par érosion régressive (Cf. Partie B ci-après).

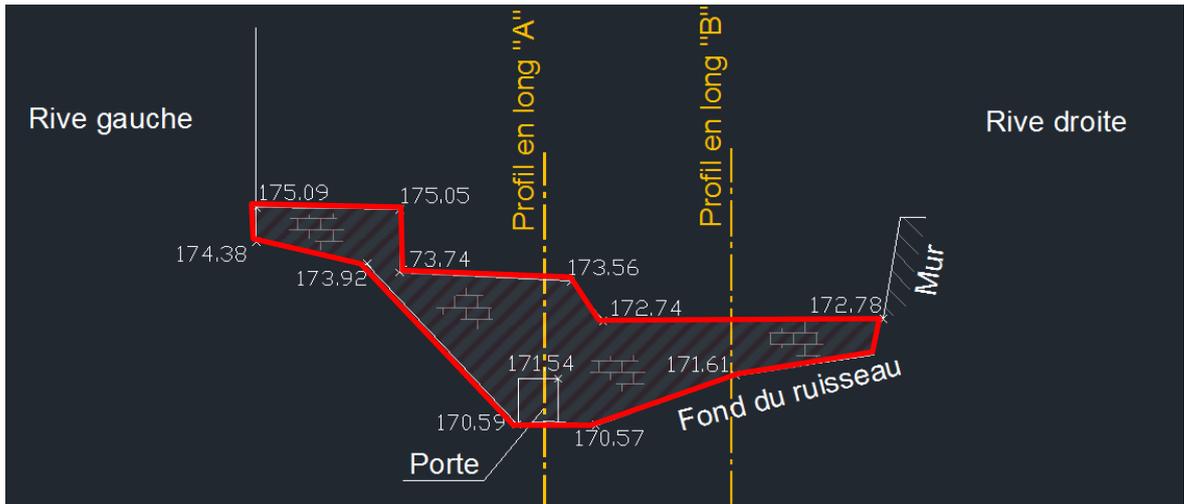


Fig. 25. Ouvrage ROE127, effacement total de l'ouvrage (partie hachurée en rouge).

A. Impact hydraulique

L'évolution des lignes d'eau au droit de l'ouvrage ROE127 effacé a été modélisée pour des débits allant de QMNA2 à 3 x Module. Seule une comparaison des lignes d'eau initiale et de projet est présentée sur la figure ci-après :

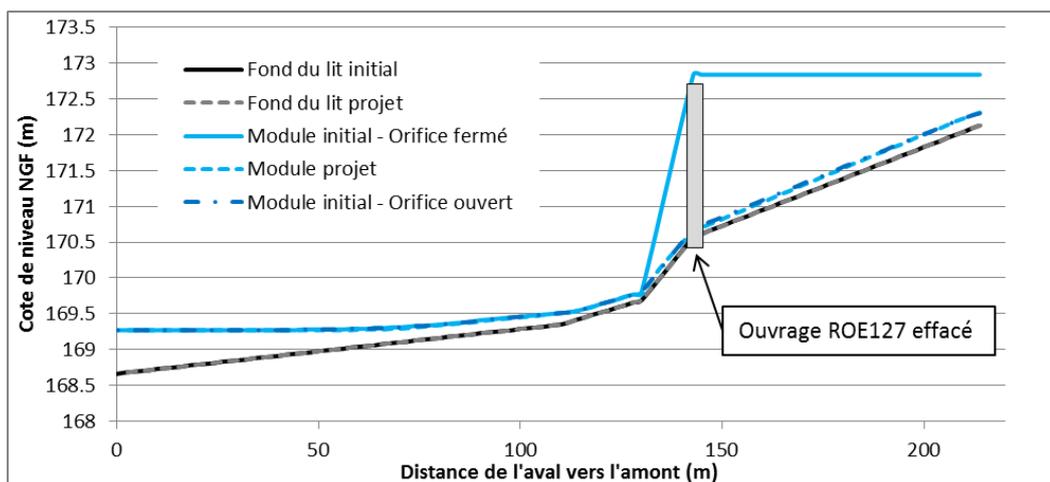


Fig. 26. Comparaison des lignes d'eau modélisées pour un débit au module dans le cadre de l'effacement total de l'ouvrage ROE127.

La comparaison des lignes d'eau pour un débit au module montrent un abaissement de la hauteur d'eau en amont de l'ouvrage effacé d'environ 2 m (avec orifice fermé). L'impact de l'abaissement remonte environ à 200 m à l'amont. Nous constatons qu'effacer l'ouvrage est presque équivalent à laisser l'orifice complètement ouvert.

La hauteur d'eau ainsi générée est comprise entre 9 et 19 cm, ce qui reste compatible avec la vie des espèces aquatiques sur le secteur correspondant à un milieu caractéristique de tête de bassin versant. En étiage, la hauteur d'eau évolue entre 5 et 10 cm, cohérent avec les observations durant la phase diagnostic sur ce secteur où la Kissel est presque à sec en défaut de débit provenant de l'amont. Le remous liquide présent dans la configuration initiale se produisant la majorité du temps, orifice fermé, disparaît complètement.

Il est important de voir que ce secteur pentu, environ 3-4%, génère des écoulements turbulents qui par ailleurs sont difficiles à bien représenter par modélisation en raison d'artefacts au sein du lit mineur perturbant l'écoulement.

Par ailleurs, l'impact de l'effacement de l'ouvrage sur les crues se traduit nécessairement par une diminution de la hauteur d'eau de 1,5 à 2,5 m en amont de l'ouvrage pour les débits de crue décennale (Q10) et centennale (Q100). Par contre, les vitesses d'écoulement augmentent significativement en raison de la pente du secteur qui est supérieure à 4% localement. L'orientation vers ce type d'aménagement nécessitera de réaliser une analyse plus fine de l'impact sur la dynamique des crues et ainsi prévoir le cas échéant des mesures compensatoires visant à protéger les berges de l'érosion et à ralentir les flux d'eau.

B. Impact hydromorphologique

Pour connaître l'évolution du profil en long et le retour à l'équilibre hydromorphologique du fond du lit, la force tractrice et le critère de Shield ont été estimés en amont de l'ouvrage effacé juste après l'effacement et après ajustement naturel à l'équilibre.

Pour conduire cette analyse hydromorphologique préalable, le débit morphogène de la rivière, la plupart du temps équivalent au débit de plein bord, est le débit pris en compte pour évaluer les possibilités d'ajustement du profil en long.

Concernant le choix de la granulométrie du lit prise en compte pour cette analyse préalable, il est établie sur l'hypothèse d'une granulométrie (observée sur le terrain, Cf. Rapport d'état des lieux et diagnostic de phase 1) constituant l'armature de la couche des sédiments (surface) du fond du lit considérant une taille de grain médiane (D50) à 50 mm, hors sédiments fins déposés en amont de l'ouvrage qui évidemment vont être transportés à l'aval à l'effacement de l'ouvrage.

Le tableau ci-dessous présente les résultats concernant le tronçon en amont de l'ouvrage :

Tabl. 14 - Evaluation de la mobilisation des sédiments après effacement total et après ajustement à l'équilibre - ouvrage ROE127

| Tronçon | Fréquence du débit | Débit (m ³ /s) | Pente moyenne (m/m) | Rayon hydraulique (m) | Force tractrice (N/m ²) | Critère de Shield (N/m ²) | Mouvement des sédiments |
|---------------------------------------------|--------------------|---------------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Tronçon au droit de l'ouvrage ROE127 effacé | Q10 | 10.8 | 0.0270 | 0.49 | 128.6 | 0.159 | Mobilisation des sédiments |
| Tronçon au droit de l'ouvrage ROE127 effacé | Q10 | 10.8 | 0.0078 | 0.49 | 37.7 | 0.047 | Absence de mobilisation des sédiments |

Les résultats montrent qu'avec une pente moyenne de 2.7 % après effacement de l'ouvrage, les sédiments soumis à un débit de fréquence décennale seront potentiellement mobilisés, le fond du lit n'étant pas à l'équilibre dans ces conditions, sur la base des hypothèses faites (granulométrie, rayon hydraulique moyen sur le tronçon amont).

Les résultats montrent qu'un retour à l'équilibre du fond du lit correspondrait potentiellement à une pente moyenne de 0.8%. Le retour à l'équilibre engendrerait donc un abaissement du niveau des sédiments par **érosion régressive théorique supérieure à 1 m. Celle-ci serait maximale à 100 m en amont. Ainsi, ces résultats présument d'un impact important risquant de mettre à nu le fond du lit et d'appauvrir le substrat plus qu'il ne l'est à présent. La stabilité des berges est aussi en jeu dans ce cas de figure. Cependant, ce résultat théorique reste à mettre en relief au regard des limites connues des formules empiriques existantes quant à l'évaluation de**

l'évolution hydromorphologique du fond du lit. En effet, la présence de sédiments fins limono-argileux, en grande quantité selon les observations sur le tronçon amont, et d'une structure plutôt meuble, présumant de limiter sensiblement le phénomène d'érosion régressive et de ne pas atteindre les proportions énoncées théoriquement. Dans ce contexte, il conviendra toutefois de prendre des mesures pour stabiliser le fond du lit et des berges où des enjeux sont présents (habitations, jardins).

C. Impact écologique

L'effacement de l'ouvrage ne permet pas de restaurer la continuité piscicole en raison d'un secteur pentu très local au droit de l'obstacle effacé (ancien verrou rocheux naturel probablement). Comme évoqué dans l'analyse sur l'hydromorphologie du secteur, la stabilisation du fond du lit sera probablement nécessaire pour assurer la stabilité des berges en amont. Ainsi, il est proposé d'installer une rampe en enrochements jointifs, et de prévoir son dimensionnement afin qu'elle soit franchissable par toutes les espèces piscicoles du secteur.

Les vues suivantes illustrent le dispositif, sur base d'une conception d'ARTELIA pour un projet comparable sur la Magel (67)

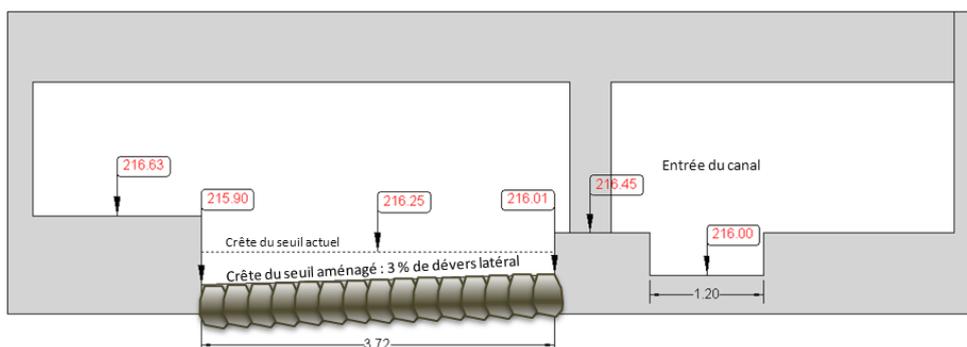


Fig. 27. Coupe de principe sur ouvrage de prise d'eau (MOE Magel 67)

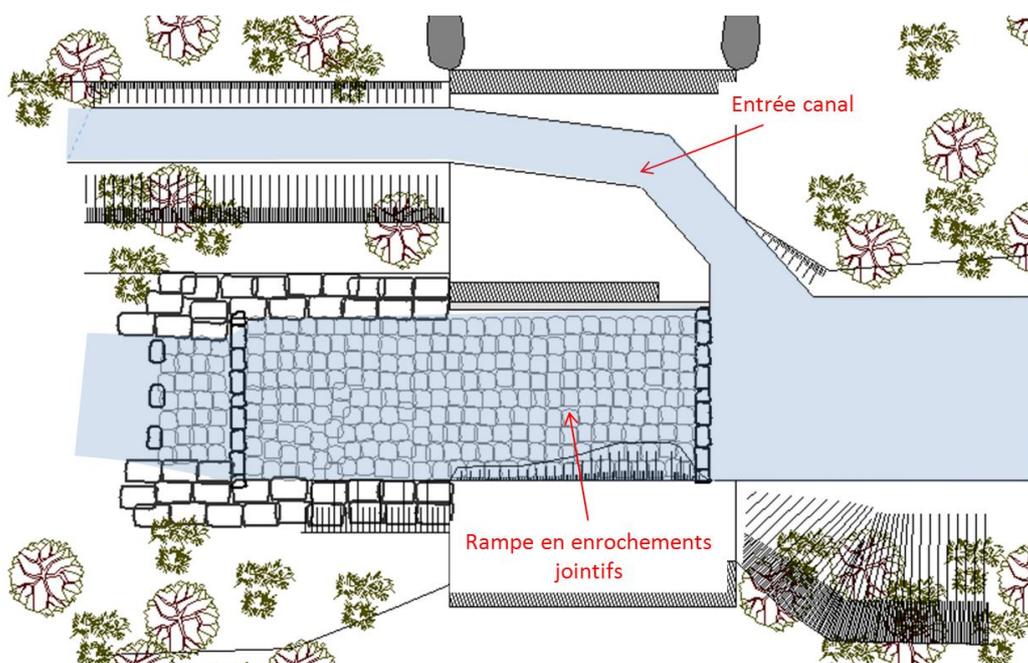


Fig. 28. Schéma de principe de l'aménagement de la prise d'eau – scénario 1 Magel (67)

Etude globale des ouvrages hydrauliques de la Kissel et ses affluents

Etude de faisabilité

RAPPORT DE PHASE 2 – MISE A JOUR

La franchissabilité d'une rampe en enrochements jointifs dépend des vitesses de l'écoulement, des hauteurs d'eau au-dessus de la crête des enrochements, de la distance à franchir et de la « qualité » de la lame d'eau par l'absence de ressauts, de décollement de la lame d'eau.

Le pré-dimensionnement a été établi sur la base des principes de conception du guide technique pour la conception des passes « naturelles » de Larinier, Courret et Gomes (2006).

Deux facteurs sont limitants lors de la mise en place de ce type de dispositif : la hauteur d'eau pour les faibles débits unitaires et la vitesse d'écoulement pour les forts débits unitaires. La plage de débit unitaire pour laquelle la rampe reste franchissable est réduite d'autant plus que la pente augmente.

Les enrochements jointifs n'offrent pas vraiment de zones de repos aux poissons de grandes tailles, et leur franchissement doit se faire d'une seule traite. Concernant les petites espèces, elles peuvent trouver quelques zones de repos et profiter de la protubérance d'un bloc sous réserve que l'agitation et la turbulence ne dépassent pas ces capacités de nage.

Les critères de fonctionnement à respecter pour assurer la franchissabilité des espèces cibles sont les suivants :

- une hauteur d'eau minimale de 0.3 m est nécessaire pour le passage des espèces cibles, cependant étant donné les enjeux piscicoles sur ce secteur, il est proposé d'ajuster la hauteur d'eau à 0.2 m puisque la présence de petites espèces est la plus potentielle,
- une vitesse maximale d'écoulement à 1.5 m/s exigée par les capacités de nage les plus faibles, une longueur de coursier maximale de 10 m pour les petites espèces,
- une gamme des débits unitaires franchissable entre 0.2 et 0.5 m³/s/m pour une pente de l'ordre de 5%, dans notre cas la pente serait d'environ 4 %.

La rampe pourrait avoir un pendage latérale d'environ 2 à 3% afin de maximiser la lame d'eau sur le coursier. La largeur de la rampe pourra être de 4 m sur une largeur de lit d'environ 8-10 m, et de part et d'autre de la rampe, des aménagements en enrochements végétalisés pourraient permettre de concentrer l'écoulement pour des débits de QMNA2 à 2 * Module. La pré-dimension des blocs (D65) constituant la rampe est de 0.7 m pour une masse d'enrochement à 500 kg afin de rendre stable le dispositif et de disposer d'une rugosité suffisante assurant une vitesse d'écoulement compatible avec les capacités de nage cibles.

D. Coût estimatif de l'aménagement

Les travaux d'effacement de l'ouvrage, incluant les frais généraux, représentent une enveloppe d'environ 100 000 Euros HT.

Tabl. 15 - Chiffrage estimatif pour l'effacement de l'ouvrage ROE127

| N° PRIX | DESIGNATION DE LA NATURE DES TRAVAUX | UNITE | PRIX UNITAIRE € H.T. | QUANTITE TOTALE | MONTANT TOTAL € HT |
|--------------------------------|----------------------------------------|-------|-------------------------|--------------------|-----------------------|
| EFFACEMENT DE L'OUVRAGE | | | | | |
| 0 | FRAIS GENERAUX | Forf. | 30 000.00 € | 1.00 | 30 000.00 |
| 1 | TERRASSEMENTS/ENROCHEMENTS/GENIE CIVIL | Forf. | 30 000.00 € | 1.00 | 30 000.00 |
| 2 | AMENAGEMENTS CONNEXES | Forf. | 25 000.00 € | 1.00 | 25 000.00 |
| 3 | TRAVAUX DIVERS (15% des travaux) | | | | 12 750.00 |
| TOTAL | | | | | 97 750.00 |

9.3.3.2.2. Arasement partiel et équipement de l'ouvrage

Dans le cadre de l'aménagement de l'ouvrage ROE127 pour lequel aucun enjeu n'est présent pour l'usage de l'eau mais seulement des enjeux faibles à modérés de stabilité qui peuvent être palier

Etude globale des ouvrages hydrauliques de la Kissel et ses affluents

Etude de faisabilité

RAPPORT DE PHASE 2 – MISE A JOUR

par des aménagements connexes, l'effacement de l'ouvrage sera ainsi privilégié. De même, il est évident que l'arasement partiel n'engage pas un gain significatif sur la chute résiduelle qui reste supérieure à 1 m pour un débit au module. En première approche, un arasement à une cote de 171,5 m sur 5-6 m a été évalué.

L'aménagement d'une passe à bassins ou d'une rampe en enrochements vise une complexité technique à la mise en œuvre en raison d'une faible emprise disponible et d'un lit mineur encaissé.

A. Impact hydraulique

Le fonctionnement hydraulique proposé dans cette configuration privilégiera, à l'étiage, un débit seulement dans la passe à poissons, et au-delà, le seuil sera déversant. La hauteur d'eau en amont de l'ouvrage sera abaissée d'environ 1,1-1,2 m.

B. Impact hydromorphologique

Aucun impact positif ni négatif ne résulte de cet aménagement. La situation reste ainsi inchangée sur le plan du transit sédimentaire.

C. Impact écologique

La mise en place de la passe à poissons assurera le franchissement des espèces cibles, selon le type de passe retenu, les critères de dimensionnement et de franchissement peuvent différer. La passe à bassins semble être toutefois la solution qui nécessite le moins d'emprise. Pour une chute résiduelle de 1,2 m, et une chute interbassin d'environ 15 cm, le nombre de cloisons requis serait de 8, pour 7 bassins. La nature du jet au niveau des cloisons devra être exclusivement « de surface ». La longueur de la passe atteindrait a minima 10 m pour une largeur de bassin d'environ 1,4 m. La largeur de bassin quant à elle serait d'environ 1 m.

D. Coût estimatif de l'aménagement

Les travaux d'arasement partiel et d'équipement de l'ouvrage, incluant les frais généraux, représentent une enveloppe d'environ 140 000 Euros HT.

Tabl. 16 - Chiffrage estimatif pour l'arasement partiel de l'ouvrage ROE127

| N° PRIX | DESIGNATION DE LA NATURE DES TRAVAUX | UNITE | PRIX UNITAIRE € H.T. | QUANTITE TOTALE | MONTANT TOTAL € HT |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------|-------|-------------------------|--------------------|-----------------------|
| ARASEMENT PARTIEL ET EQUIPEMENT DE L'OUVRAGE | | | | | |
| 0 | FRAIS GENERAUX | Forf. | 30 000.00 € | 1.00 | 30 000.00 |
| 1 | TERRASSEMENTS/ENROCHEMENTS | Forf. | 32 000.00 € | 1.00 | 32 000.00 |
| 2 | GENIE CIVIL - Passe à bassins | Forf. | 50 000.00 € | 1.00 | 50 000.00 |
| 3 | AMENAGEMENTS CONNEXES | Forf. | 10 000.00 € | 1.00 | 10 000.00 |
| 4 | TRAVAUX DIVERS (15% des travaux) | | | | 18 300.00 |
| TOTAL | | | | | 140 300.00 |

9.3.4. ROE52395 : à l'enclave de Garche (Thionville)

9.3.4.1. CARACTERISTIQUE DE L'OUVRAGE

L'ouvrage ROE52395 est un seuil fixe à parement incliné en béton/pierre de 24,5 m de longueur calé à la cote (non régulière) de 152,99 m NGF. Cet ouvrage a fait l'objet dans les années 70-80 de travaux consistant à faire transiter l'eau en son centre où une vanne manuelle manœuvrable a été créée afin de réaliser un pseudo lit mineur. Aujourd'hui, la vanne n'est plus manœuvrée et reste en position fermée. L'ouvrage engendre une hauteur de chute de l'ordre de 2 m quelles que

Etude globale des ouvrages hydrauliques de la Kissel et ses affluents

Etude de faisabilité

RAPPORT DE PHASE 2 – MISE A JOUR

soient les conditions hydrologiques. Le génie civil de l'ouvrage est fortement dégradé au niveau du parement incliné, avec un effondrement du parement en rive gauche et un départ de pierres proche de la crête en rive droite. Une passerelle permet de traverser l'ouvrage de la rive gauche à la rive droite mais celle-ci présente une vétusté telle qu'elle représente un danger pour les personnes l'empruntant. L'ouvrage permettait l'alimentation en eau d'un moulin aujourd'hui inexistant. L'accessibilité s'effectue par la route de Garche, au niveau du pont de la route D1. Le tableau ci-dessous résume les informations le concernant et une fiche ouvrage en annexe du rapport de phase 1, détaille l'ensemble des données recueillies.

Tabl. 17 - Information principale sur l'ouvrage ROE52395 à l'enclave de Garche

| OUVRAGE ROE52395 (accessible par la route de Garche, ouvrage proche du chemin du moulin de Garche) | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Présent sur le cours d'eau | Kissel | Longueur en crête (m) | 24,4 |
| X, Y (Lambert 93) | 931310.3, 6925818.3 | Hauteur (m) | 2 (26/06/2015) |
| Propriétaire | Muller Marie-Louise épouse Haux | Dépôt sédimentaire | Atterrissement faible en pied d'ouvrage (10/02/2015) |
| Date de construction | 19 ^{ème} siècle | Erosion | Absence d'érosion (10/02/2015) |
| Usage actuel | Aucun | Potentiel de franchissabilité à montaison | Infranchissable pour les espèces caractéristiques du cours d'eau |
| Raison d'existence | Ancien moulin de Garche | Potentiel de franchissabilité à l'avalaison | Franchissable toutes espèces |
| Etat du génie civil | Plutôt bon sur la crête et mauvais au niveau du parement incliné (effondrement) Passerelle d'accès hors d'usage | Potentiel de transport solide | Retenue amont de l'ouvrage partiellement comblée, ouvrage impactant le transport solide |
| Structure | Paroi inclinée, vanne manuelle au centre du seuil fonctionnelle Bassin de dissipation aval | Autres : | Sensibilité modérée aux embâcles |



Fig. 29. Ouvrage ROE52395, localisé à l'enclave de Garche à Thionville.

9.3.4.2. OBJECTIF ET SCENARII D'AMENAGEMENT

Pour rappel, le rapport d'état des lieux et diagnostic de l'ouvrage montre que ce dernier constitue un obstacle à la continuité piscicole et sédimentaire, avec un impact modéré sur le transport des sédiments.

L'ouvrage ROE52395 n'a pas de vocation liée à un usage de l'eau de la Kissel mais sa présence est due à la présence ancienne d'un moulin en rive gauche. Une contrainte d'aménagement relativement faible concerne la stabilité des berges du lit mineur maintenant un jardin en rive gauche et des arbres en rive droite.

Dans ce contexte, les scénarii d'aménagement proposés pour la restauration de la continuité sont :

- 1) Effacement total de l'ouvrage ;
- 2) Arasement partiel avec l'équipement de l'ouvrage par l'aménagement d'un dispositif de franchissement.

La présente étude de faisabilité va permettre d'évaluer au préalable les impacts positifs et négatifs dus à ces aménagements.

9.3.4.2.1. Effacement de l'ouvrage

L'effacement de l'ouvrage consisterait à extraire l'ensemble de la structure de l'ouvrage (parement) ainsi que le radier ou fondation et la vanne au centre de ce dernier. Sans l'ouvrage, le profil en long au droit de l'ouvrage après les travaux présenterait une pente locale d'environ 0.6%.

A. Impact hydraulique

L'évolution des lignes d'eau au droit de l'ouvrage ROE52395 effacé a été modélisée pour des débits allant de QMNA2 à 3 x Module. Seule une comparaison des lignes d'eau initiale et de projet est présentée sur la figure ci-après :

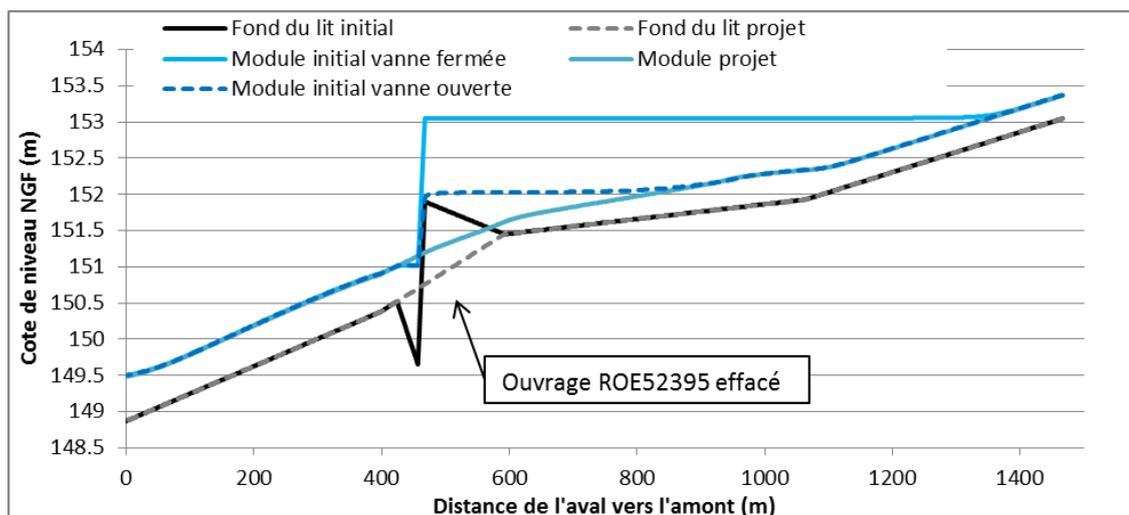


Fig. 30. Comparaison des lignes d'eau modélisées pour un débit au module dans le cadre de l'effacement total de l'ouvrage ROE52395.

La comparaison des lignes d'eau pour un débit au module montre un abaissement de la hauteur d'eau en amont de l'ouvrage effacé d'environ 1,75 m. L'impact de l'abaissement remonte environ à 1km à l'amont. La hauteur d'eau ainsi générée est comprise entre 15 et 35 cm. En étiage, la hauteur d'eau évolue entre 10 et 20 cm, cohérent avec les observations durant la phase diagnostic sur un secteur aval où la Kissel n'est pas sous l'influence d'ouvrages. Le remous liquide présent dans la configuration initiale se produisant la majorité du temps, vanne fermée, disparaît complètement. L'abaissement de la ligne d'eau engendrera une diminution du taux d'humidité des berges qui ne présentent pas, sur les périodes d'observation durant l'état des lieux et de diagnostic, une végétation rivulaire très marquée caractéristique des zones humides.

Les impacts potentiellement négatifs sont :

- Réduction de la connectivité du lit mineur avec les prairies les berges et prairies du lit majeur ; à noter cependant que du fait de l'absence de nappe d'accompagnement avérée l'impact sur le caractère humide des prairies limitrophes est en principe réduit.
- En lien avec le point précédent, la fréquence des débordements de la Kissel en crue sera potentiellement réduite pour les événements les plus fréquents ; pour les fortes crues, l'aménagement devrait être peu impactant et on notera également que les enjeux en aval sont quasiment inexistant mis à part le franchissement de la RD.

En synthèse, pour ce secteur connecté à la plaine d'inondation de la Moselle, où les enjeux sont plutôt faibles en raison de l'absence d'habitations, l'effacement de l'ouvrage reste la solution la plus favorable pour le rétablissement de la continuité écologique.

B. Impact hydromorphologique

Pour connaître l'évolution du profil en long et le retour à l'équilibre hydromorphologique du fond du lit, la force tractrice et le critère de Shield ont été estimés en amont de l'ouvrage effacé juste après l'effacement et après ajustement naturel à l'équilibre.

Concernant le choix de la granulométrie du lit prise en compte pour cette analyse préalable, il est établi sur l'hypothèse d'une granulométrie (mesurée sur le terrain, Cf. Rapport d'état des lieux et diagnostic de phase 1) constituant l'armature de la couche des sédiments (surface) du fond du lit considérant une taille de grain médiane (D50) à 75 mm.

Le tableau ci-dessous présente les résultats concernant le tronçon en amont de l'ouvrage :

Tabl. 18 - Evaluation de la mobilisation des sédiments après effacement total et après ajustement à l'équilibre - ouvrage ROE52395

| Tronçon | Fréquence du débit | Débit (m ³ /s) | Pente moyenne (m/m) | Rayon hydraulique (m) | Force tractrice (N/m ²) | Critère de Shield (N/m ²) | Mouvement des sédiments |
|-----------------------------------------------|--------------------|---------------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Tronçon au droit de l'ouvrage ROE52395 effacé | Q10 | 18.3 | 0.0056 | 1.28 | 70.3 | 0.058 | Mobilisation des sédiments |
| Tronçon au droit de l'ouvrage ROE52395 effacé | Q10 | 18.3 | 0.0045 | 1.28 | 56.5 | 0.047 | Absence de mobilisation des sédiments |

Les résultats montrent qu'avec une pente moyenne de 0,56 % après effacement de l'ouvrage, les sédiments soumis à un débit de fréquence décennale seront potentiellement mobilisés, le fond du lit n'étant pas à l'équilibre dans ces conditions, sur la base des hypothèses faites (granulométrie, rayon hydraulique moyen sur le tronçon amont).

Les résultats montrent qu'un retour à l'équilibre du fond du lit correspondrait potentiellement à une pente moyenne de 0.45%. Au vue de la granulométrie assez grossière prise en compte (armature de la couche sédimentaire), la pente attendue avec une taille de sédiments aux alentours de 40-50 mm, serait de l'ordre de 0,3%. Le retour à l'équilibre engendrerait donc un abaissement du niveau des sédiments par **érosion régressive théorique d'environ 40-50 cm sur environ une dizaine de mètres. Ces résultats présument d'un impact faible qui pourra être compensé par quelques aménagements connexes : petits seuils de fond et structuration des berges par technique végétale.**

C. Impact écologique

L'effacement de l'ouvrage permet le rétablissement de la continuité piscicole et sédimentaire en l'absence d'obstacle.

D. Aménagements connexes

Dans l'objectif de diversifier les écoulements et les habitats aquatiques sur ce secteur qui ont été soumis à un effet plan d'eau sur des centaines de mètres, il est proposé de créer un lit mineur d'étiage sur environ 400 m en amont de l'ouvrage effacé. Des fascines d'hélophytes pourront être mises en place afin de constituer une première structure de lit mineur, celui-ci étant susceptible à terme d'évoluer en lien avec le développement d'une strate ligneuse et buissonnante appropriée.



Fig. 31. exemple d'effacement d'ouvrage sur le Mutterbach (57)

E. Coût estimatif de l'aménagement

Les travaux d'effacement de l'ouvrage, incluant les frais généraux, représentent une enveloppe d'environ 160 000 Euros HT.

Tabl. 19 - Chiffrage estimatif pour l'effacement de l'ouvrage ROE52395

| N° PRIX | DESIGNATION DE LA NATURE DES TRAVAUX | UNITE | PRIX UNITAIRE € H.T. | QUANTITE TOTALE | MONTANT TOTAL € HT |
|--------------------------------|----------------------------------------|-------|-------------------------|--------------------|-----------------------|
| EFFACEMENT DE L'OUVRAGE | | | | | |
| 0 | FRAIS GENERAUX | Forf. | 20 000.00 | 1.00 | 20 000.00 |
| 1 | TERRASSEMENTS/ENROCHEMENTS/GENIE CIVIL | Forf. | 40 000.00 € | 1.00 | 40 000.00 |
| 2 | AMENAGEMENTS CONNEXES | Forf. | 80 000.00 € | 1.00 | 80 000.00 |
| 3 | TRAVAUX DIVERS (15% des travaux) | | | | 21 000.00 |
| TOTAL | | | | | 161 000.00 |

9.3.4.2.2. Arasement partiel et équipement de l'ouvrage

Sur ce secteur où les enjeux sont faibles, l'arasement partiel ne se justifierait principalement que sur le plan patrimonial et paysager.

Dans cas, en première approche, il pourrait être proposé d'aser l'ouvrage à la cote de fond du lit en amont de l'ouvrage, diminuant ainsi la hauteur de l'ouvrage d'environ 70 cm.

Etude globale des ouvrages hydrauliques de la Kissel et ses affluents

Etude de faisabilité

RAPPORT DE PHASE 2 – MISE A JOUR

A. Impact hydraulique

La chute d'eau résiduelle pour un débit au module serait de l'ordre 1-1,3 m, avec la présence d'un remous liquide s'étendant encore sur plus de 500 m.

B. Impact hydromorphologique

L'arasement partiel n'aura qu'un faible impact sur le profil en long du fond du lit en raison de la cote de crête de l'ouvrage qui aura pour effet de contrôler la pente induite en amont.

C. Impact écologique

Avec cet aménagement, la continuité piscicole et sédimentaire n'est pas rétablie et il est ainsi proposé de mettre en place une rampe en enrochements régulièrement répartis sur une partie du lit mineur. La continuité sédimentaire ne pourra être recouverte totalement en la présence du seuil.

Les principes de dimensionnement et de fonctionnalité de la rampe sont les mêmes que ceux énoncés au paragraphe 9.3.2.2.2 – Partie C. La pente de la rampe serait de l'ordre de 4% donnant une longueur d'environ 33 m.

D. Coût estimatif de l'aménagement

Les travaux d'arasement partiel et d'équipement de l'ouvrage ROE52395, incluant les frais généraux, représentent une enveloppe d'environ 183 000 Euros HT.

Tabl. 20 - Chiffrage estimatif pour l'arasement partiel de l'ouvrage ROE52395

| N° PRIX | DESIGNATION DE LA NATURE DES TRAVAUX | UNITE | PRIX UNITAIRE € H.T. | QUANTITE TOTALE | MONTANT TOTAL € HT |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------|-------|-------------------------|--------------------|-----------------------|
| ARASEMENT PARTIEL ET EQUIPEMENT DE L'OUVRAGE | | | | | |
| 0 | FRAIS GENERAUX | Forf. | 20 000.00 | 1.00 | 20 000.00 |
| 1 | TERRASSEMENTS/ENROCHEMENTS/GENIE CIVIL | Forf. | 109 000.00 € | 1.00 | 109 000.00 |
| 2 | AMENAGEMENTS CONNEXES | Forf. | 30 000.00 € | 1.00 | 30 000.00 |
| 3 | TRAVAUX DIVERS (15% des travaux) | | | | 23 850.00 |
| TOTAL | | | | | 182 850.00 |

9.4. OUVRAGES PETITS SEUILS**9.4.1. Caractéristiques des ouvrages**

En tout 12 petits seuils sont dus à la traversée de canalisations d'assainissement dans le lit mineur ; un ouvrage est un passage à gué et un autre correspond au radier d'un pont. Les canalisations sont la plupart du temps placées dans des caissons en béton-amiante.

Les caractéristiques de chaque ouvrage sont répertoriées dans les fiches ouvrages en annexe 2 du précédent rapport d'état des lieux et de diagnostic de la phase 1.

Sur l'ensemble de ces ouvrages (14), 13 sont impactant pour la continuité piscicole et peu impactant pour la continuité sédimentaire en raison notamment de l'ennoisement de ces derniers au-delà de 2 à 3 fois le module.

9.4.2. Objectif et scénarios d'aménagement

9.4.2.1. SCENARIOS D'AMENAGEMENT

Les canalisations ne pouvant être baissées ou élevées sans travaux lourds à engager sur les réseaux urbains, l'aménagement proposé vise à fractionner la chute pour rendre ces obstacles franchissables, au moyen de prébarrages en enrochements. La hauteur d'eau sur la crête des petits seuils reste malgré tout proche des limites de franchissabilité en étiage notamment et il sera envisageable de caler le 1^{er} prébarrage à l'aval de l'ouvrage de telle sorte qu'il rehausse la ligne d'eau à l'amont (à étudier au cas par cas), cet aménagement ne devant pas générer d'impact lors des crues notamment au centre-ville (rue de la Kissel).

Les prébarrages devront être constitués de blocs d'enrochements (blocométrie différente selon les ouvrages) avec une échancrure dans laquelle le débit d'étiage sera concentré. Les pseudo-bassins générés devront avoir une taille équivalente, pour la largeur à 4 à 6 fois la largeur de l'échancrure et pour la longueur à 7 à 12 fois la largeur de l'échancrure. Il est proposé de privilégier l'implantation des prébarrages sur une partie du lit.



Fig. 32. exemple de pré-barrages sur le Gurmençon (64)

Le tableau suivant précise le nombre de prébarrages par petits seuils :

Tabl. 21 - Proposition d'aménagements pour l'ensemble des petits seuils

| Nom ouvrage | Commune | Type d'ouvrage | Hauteur de chute (m) | Condition hydrologique | Aménagement scénario 1 | Aménagement scénario 2 |
|-------------|-----------------|------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| ROE138 | Thionville | Passage à gué avec problème de lame d'eau sur le parement | 0.1 | Module | Echancrure (largeur = 0.4 m sur 5,3 m de longueur dans le sens de l'écoulement, avec aménagement d'une grille de 1,5 m ²) | Un prébarrage pour rehausser la lame d'eau sur le parement |
| ROE131 | Hettange-Grande | Seuil + enrochement aval | 0.39 | Module | Trois prébarrages | |
| ROE129 | Hettange-Grande | Seuil à parement vertical | 0.5 | Etiage | Trois prébarrages | |
| ROE121 | Hettange-Grande | Seuil + enrochement aval | 0.55 | Module | Quatre prébarrages | |
| ROE120 | Hettange-Grande | Seuil à parement vertical | 0.11 | Module | Effacer les ouvrages obsolètes | |
| ROE118 | Hettange-Grande | Seuil + enrochement aval | 0.2 | Module | Un prébarrage pour rehausse de la lame d'eau sur la crête | |
| 1Kiesel | Hettange-Grande | Seuil à parement vertical | 0.2 | Module | Un prébarrage pour rehausse de la lame d'eau sur la crête | |
| 2Kiesel | Hettange-Grande | Seuil parement incliné | 0.6 | Module | Quatre prébarrage | |
| 4_Kiesel | Hettange-Grande | Seuil parement incliné | 0.35 | Etiage | Deux prébarrages | |
| 5_Kiesel | Hettange-Grande | Seuil à parement vertical | 0.5 | Etiage | Deux prébarrages (secteur à sec à l'étiage) | |
| 4Reybach | Hettange-Grande | Seuil à parement vertical | 0.4 | Etiage | Deux prébarrages | |
| 3Kiesel | Hettange-Grande | Seuil à parement vertical | 0.5 | Etiage | Quatre prébarrages avec rehausse de la lame d'eau sur la crête | |
| 5Reybach | Hettange-Grande | Seuil à parement vertical | 0.2 | Etiage | Effacement de l'ouvrage car aucun usage n'est identifié (s'assurer de la stabilité du pont) | Un prébarrage avec rehausse de la lame d'eau sur la crête |

9.4.2.2. COUT ESTIMATIF DES AMENAGEMENTS

Les travaux d'aménagement de l'ensemble des ouvrages incluant les frais généraux représentent une enveloppe d'environ 120 000 Euros HT.

Tabl. 22 - Chiffrage estimatif pour l'aménagement de l'ensemble des petits seuils

| N° PRIX | DESIGNATION DE LA NATURE DES TRAVAUX | UNITE | PRIX UNITAIRE € H.T. | QUANTITE TOTALE | MONTANT TOTAL € HT |
|-----------------------------------------|----------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|--------------------|
| AMENAGEMENT DES 13 PETITS SEUILS | | | | | |
| 0 | FRAIS GENERAUX | Forf. | 3 000.00 | 13.00 | 39 000.00 |
| 1 | TERRASSEMENTS/ENROCHEMENTS/GENIE CIVIL | Forf. | 5 000.00 € | 13.00 | 65 000.00 |
| 2 | TRAVAUX DIVERS (15% des travaux) | | | | 15 600.00 |
| TOTAL | | | | | 119 600.00 |

10. MODALITES ET COUTS DE MAINTENANCE DES PASSES A POISSONS

La maintenance d'une passe à poissons consiste à maintenir le fonctionnement pour lequel elle a été conçue, c'est-à-dire assurer la migration des espèces piscicoles. La maintenance prévoit l'entretien régulier du dispositif visant à vérifier qu'aucun obstacle n'impacte son fonctionnement mais aussi l'entretien annuel visant à s'assurer du bon état de la structure et du fonctionnement adéquat des organes de régulation et les équipements divers si existant.

A l'exception de mauvaises conceptions de passes à poissons, le manque crucial d'efficacité de ces dispositifs est lié à des dysfonctionnements dus à un défaut de maintenance accrue et portant préjudice à l'efficacité de migration des espèces à travers le dispositif.

Selon le type de passe à poissons, la fréquence de maintenance varie ainsi que les actions de maintenance à engager.

Pour réaliser une maintenance dans les règles de l'art, il convient de procéder à :

- Une visite régulière de vérification du fonctionnement de la passe (Tableau 23) qui nécessite la mobilisation d'une personne pour une durée inférieure à trente – quarante-cinq minutes. Aucun matériel spécifique autre qu'un balai ou fourche pour dégager la passe des embâcles n'est à prévoir à l'exception de celui assurant la sécurité de l'opérateur qui est variable selon l'importance de la passe. Il convient également de prévoir un dispositif permettant la collecte des déchets retirés
- Une visite annuelle d'inspection de la passe en eau qui engage la mobilisation d'une ou deux personnes pendant 1 à 2 jours selon l'importance du dispositif (matériel de mesure basique et matériel de sécurité de l'opérateur),
- Une visite biennale d'inspection de la passe à sec qui implique la mobilisation de 2 voire 3 personnes durant 2 à 5 jours selon l'importance du dispositif.

Tabl. 23 - Fréquence et coût de visite régulière par type de passe

| Type de passe à poissons | Fréquence des visites régulières | Coûts annuels à engager |
|--------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| Passe à bassins – fentes verticales | 1 fois par semaine | 7 800 € |
| Passe à bassins – échancrures et orifices | 1 fois par semaine | 7 800 € |
| Prébarrages | 2 fois par mois | 3 900 € |
| Rivière de contournement | 2 fois par mois | 3 900 € |
| Rampe en enrochement régulièrement réparti | 1 fois par mois | 1 800 € |

Pour chaque passe à poissons, nous recommandons de renseigner une fiche permettant de suivre l'évolution de la maintenance du dispositif et d'acquérir la connaissance nécessaire pour adapter le processus de maintenance en place en fonction des besoins locaux.

Tabl. 24 - Fiche de maintenance de passe à poissons

| Date de visite | Opérateur(s) | Maintenance(s) réalisée(s) le jour de la visite | Dysfonctionnements restant à traiter | Niveau amont / aval (m) | Cote bassin amont / aval (m) | Observations |
|----------------|--------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|------------------------------|--------------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |

A titre indicatif et à dire d'expert, le coût de maintenance représente environ entre 1 et 5 % annuel du coût d'investissement engagé dans l'aménagement d'une passe à poissons.

11. BILAN DE L'ETUDE DE FAISABILITE ET PRIORISATION DES ACTIONS

L'étude de faisabilité réalisée permet de comparer les différents scénarii en fonction des critères suivants :

- Continuité piscicole ;
- Continuité sédimentaire ;
- Habitats aquatiques ;
- Complexité technique ;
- Impact sur les infrastructures ;
- Procédures réglementaires ;
- Accès, entretien et maintenance ;
- Aspect paysager ;
- Coût des travaux.

Le tableau ci-après fait état de la comparaison des scénarii pour chaque ouvrage principaux sur la base des critères précédents. La légende pour les coûts des travaux a été élaborée à partir des coûts de travaux moyen, minimum et maximum estimés sur le panel d'ouvrage à aménager. Ce

tableau 23 permet de procéder au choix du scénario le plus adapté permettant d'extraire le meilleur rapport gain écologique et coût des travaux.

L'ensemble des aménagements proposés et étudiés, au stade faisabilité, est cohérent avec les objectifs du SAGE et SDAGE notamment au regard des thématiques suivantes :

- **Restauration de la continuité écologique dans la limite des contraintes des sites qui ont été présentées ;**
- **Ressource en eau :** les ouvrages ROE122 et ROE127 sont certes situés dans la zone du périmètre de protection rapproché et éloigné des forages alimentant Hettange-Grande, mais les alluvions de la Kissel n'alimentent en rien ces puits profonds. Ce qui ne présume pas d'impact sur l'usage.
- **Zone humide :** Aucune zone humide notamment prioritaire (défini dans le SAGE) ne se situe dans la zone d'influence hydraulique des ouvrages. Dans ce contexte, l'abaissement des lignes d'eau ne présume pas d'impact sur ces zones à préserver.

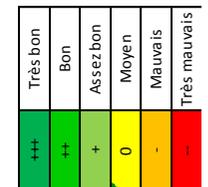
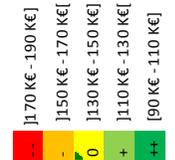
Tabl. 25 - Tableau de synthèse des scénarii proposés à l'étude de faisabilité

Etude globale des ouvrages hydrauliques de la Kissel et ses affluents

Etude de faisabilité

RAPPORT DE PHASE 2 – MISE A JOUR

| Ouvrage | Type de dispositif | GAIN ECOLOGIQUE | | | Complexité technique | Impact infrastructures | Procédures réglementaires | Accès / Entretien / Maintenance | Aspect paysager | Coût (Euros HT) des travaux |
|--------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| | | Continuité piscicole | Continuité sédimentaire | Habitats aquatiques | | | | | | |
| ROE117 à Hettange-Grande | Scénario 1 | ++ Diminution de la hauteur de chute et franchissement piscicole assuré | -- Charriage périodique | - Faible diminution du remous liquide en amont et de la hauteur d'eau | - Complexe en raison la présence de la canalisation | + Pas d'effet | - Dossier loi sur l'eau | + Entretien du seuil (facile d'accès) et enlèvement d'embâcles si nécessaire | + Changement mineur à l'amont de l'ouvrage mais rivière artificielle | 0 145 000.00 € |
| | Scénario 2 | ++ Franchissement piscicole assuré | -- Charriage périodique | - Conservation du remous liquide en amont et de la hauteur d'eau | - Complexe en raison la présence de la canalisation | + Pas d'effet | - Dossier loi sur l'eau | + Entretien du seuil (facile d'accès) et enlèvement d'embâcles si nécessaire | + Aucun changement à l'amont de l'ouvrage mais rivière artificielle | 0 131 000.00 € |
| ROE122 à Hettange-Grande | Scénario 2 | ++ Franchissabilité assurée pour les espèces cibles | + Charriage possible | + Diminution des impacts de l'ouvrage sur l'hydrosystème et abaissement modérée de la ligne d'eau | + Complexité modérée | + Effet modéré | - Dossier loi sur l'eau | - Entretien du seuil et du dispositif de franchissement | 0 Deux ouvrages avec génie civil | - 155 000.00 € |
| | Scénario 1 | +++ Plus aucun obstacle | ++ Voie de charriage rétablie | + Suppression des impacts de l'ouvrage sur l'hydrosystème et abaissement de la ligne d'eau | + Complexité modérée | - Effet impactant | - Dossier loi sur l'eau | ++ Pas d'entretien d'ouvrage | + Aucun obstacle, lit mineur d'étiage | + 126 000.00 € |
| ROE127 à Hettange-Grande | Scénario 1 | +++ Plus aucun obstacle | ++ Voie de charriage rétablie | +++ Suppression des impacts de l'ouvrage sur l'hydrosystème et abaissement de la ligne d'eau | ++ Complexité faible | 0 Peu ou pas d'effet | - Dossier loi sur l'eau | ++ Pas d'entretien d'ouvrage | + Aucun obstacle, lit mineur d'étiage | ++ 98 000.00 € |
| | Scénario 2 | + Faible diminution de la hauteur de chute et franchissabilité assurée par un dispositif | + Charriage possible | + Diminution des impacts de l'ouvrage sur l'hydrosystème et abaissement modérée de la ligne d'eau | + Complexité modérée | 0 Peu ou pas d'effet | - Dossier loi sur l'eau | - Entretien du seuil et du dispositif de franchissement par enlèvement d'embâcles si nécessaire | - Présence de génie civil important | 0 140 000.00 € |
| ROE52395 à Garche | Scénario 1 | +++ Plus aucun obstacle | ++ Voie de charriage rétablie | +++ Suppression des impacts de l'ouvrage sur l'hydrosystème et abaissement de la ligne d'eau, création de caches et diversité des écoulements | ++ Complexité faible | + Effet faible | - Dossier loi sur l'eau | ++ Pas d'entretien d'ouvrage | + Modification de l'aspect paysage actuel au profit d'un autre aspect paysager positif | - 161 000.00 € |
| | Scénario 2 | ++ Faible diminution de la hauteur de chute et franchissabilité assurée par un dispositif | + Charriage possible | + Diminution des impacts de l'ouvrage sur l'hydrosystème et abaissement modérée de la ligne d'eau | + Complexité faible à modérée | ++ Peu ou pas d'effet | - Dossier loi sur l'eau | - Entretien du seuil et du dispositif de franchissement | + Maintien d'un niveau d'eau préservant a minima l'aspect paysager actuel | -- 183 000.00 € |
| 11 petits ouvrages à Hettange-Grande | Prébarrages | ++ Franchissabilité assurée par un dispositif | + Charriage possible | 0 Pas de changements majeurs | ++ Très faible complexité | ++ Aucun effet | - Dossier loi sur l'eau | - Entretien des ouvrages et dispositifs de franchissement | 0 Peu de changement | + 119 000.00 € |



Etude globale des ouvrages hydrauliques de la Kissel et ses affluents

Etude de faisabilité

RAPPORT DE PHASE 2 – MISE A JOUR

Dans le cadre de la restauration de la continuité écologique et du retour à un fonctionnement de l'hydromorphologie du cours d'eau naturel, les priorisations des aménagements proposés prennent en compte notamment :

- La présence des populations piscicoles actuelle et le potentiel de recolonisation par l'aval ;
- L'impact des ouvrages principaux cloisonnant les milieux ;
- Le meilleur rapport du gain écologique/coût des travaux exposé ci-dessus.

Le tableau suivant présente les **ouvrages à considérer lors d'une première phase de travaux** :

| Ordre de priorité | Ouvrages | Actions | Raisons |
|-------------------|----------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | ROE52395 | Scénario 1 | Premier ouvrage imposant faisant obstacle à la continuité écologique et générant un remous liquide d'un kilomètre. L'effacement total de l'ouvrage ne nécessite pas d'études complémentaires indispensables à sa réalisation. Se situant à l'aval, il est le premier verrou à lever sur le linéaire étudié. A noter que cet ouvrage est en très mauvais état au niveau du parement incliné. |
| 2 | ROE117 | Scénario 2 | Le gain écologique obtenu avec le scénario 1 n'étant pas significatif, l'équipement de l'ouvrage est à privilégier. Celui-ci constitue le 2 ^{ème} verrou à lever notamment sur le plan piscicole. |
| 3 | ROE122 | Scénario 1 | Le meilleur rapport gain écologique / coût est obtenu avec le scénario 1. Cet ouvrage se situe à un niveau du linéaire très perturbé par le cloisonnement d'ouvrages induit par la traversée de canalisations d'assainissement. Ce secteur représente le linéaire de la Kissel le plus impacté au niveau du fonctionnement hydromorphologique, ce qui en fait une priorité dans l'objectif de restauration de la présente étude. |
| 4 | ROE127 | Action <i>a minima</i> | Cet ouvrage situé en amont du bassin versant de la Kissel peut ne pas faire l'objet de l'un des aménagements visés dans l'immédiat à la condition que l'orifice de fond de l'ouvrage soit constamment ouvert afin de ne pas avoir une rupture de la continuité des écoulements sur ce secteur (tronçon aval quasi à sec). De plus, il n'est pas marqué par la présence de poissons, ce qui pourra être a priori le cas à l'issue du décroisonnement aval. |
| 5 | ROE121 | Scénario 1 | Ouvrages localisé entre le ROE117 et ROE122 constituant d'important obstacles à la continuité piscicole, l'objectif d'un retour des espèces sur le secteur amont les place dans les actions prioritaires. |
| 6 | ROE131 | | |
| 7 | 2Kiesel | | |
| 8 | 3Kiesel | | |

La première phase des travaux engendrerait un coût estimatif total des travaux à 450 000 € HT sous réserve de la faisabilité du scénario 1 pour le ROE122 et le scénario 2 pour le ROE117.

La deuxième phase des travaux pourrait être engagée en cohérence avec les résultats du suivi post-travaux de la 1^{ère} phase de travaux engagés avec l'aménagement des ouvrages restant dans l'ordre suivant, *a priori* : ROE118, 1Kiesel, ROE129, 4_Kiesel, 5_Kiesel, ROE127 (scénario 1), 4Reybach, 5Reybach et enfin ROE138. A noter que le ROE120 qui consiste notamment qu'à effacer les ouvrages obsolètes pourrait être intégré en phase 1 lors de l'intervention sur l'ouvrage 2Kiesel. Ce qui représenterait un coût estimatif des travaux de 170 000 € HT.

A noter que les coûts estimatifs des travaux présentés peuvent évoluer selon les conclusions des études complémentaires à mener au stade avant-projet qui permettront de statuer sur le scénario proposé pour certains ouvrages.

12. ETUDES COMPLEMENTAIRES

Les études complémentaires à mener au stade Avant-Projet (AVP) sont les suivantes :

- Etude géotechnique :
 - ROE127 : Connaissance de la profondeur d'ancrage de l'ouvrage au niveau du lit et les berges (présence d'habitation) afin de définir de façon détaillée la procédure d'effacement et d'aménagements connexes au stade AVP/PRO.
 - ROE122 : Caractérisation des sols et des infrastructures portant les habitations en amont de l'ouvrage et expertise des enjeux de stabilité en lien avec les scénarios envisagés.
 - ROE117 : Quantification de la profondeur de l'infrastructure et de la stabilité du réseau d'assainissement dans le sous-sol, expertise de l'impact de l'aménagement proposé sur la stabilité de la canalisation de transfert.
- Etude hydrobiologique :
 - ROE122 : Diagnostic de fonctionnalité de la frayère située environ 100m en amont de l'ouvrage.
- Etude paysagère (facultative, en fonction du contexte) :
 - ROE52395 : Caractérisation de la représentation paysagère des acteurs locaux et riverains permettant d'adapter les aménagements projetés.

13. SUIVI POST-TRAVAUX

Un suivi sera mis en œuvre après les travaux de la 1^{ère} phase de travaux proposés. L'objectif est de suivre l'évolution morphologique du lit sur l'ensemble du linéaire étudié afin d'évaluer le gain pour l'hydrosystème et de palier par anticipation les dysfonctionnements dus à un phénomène d'érosion régressive notamment (exemple : affouillement au droit des berges). Les opérations de suivi s'orienteront sur l'observation des paramètres physiques du cours d'eau (fond du lit et pied de berges, zone de dépôts ou/et d'érosion, ...) et des effets des aménagements sur la morphologie du cours d'eau.

L'opération de suivi comprendra *a minima* :

- Un suivi visuel du linéaire après chaque crue significative (égale ou au-delà de Q2). L'état zéro de ce suivi sera réalisé après la 1^{ère} phase des travaux. A l'issue de ce suivi, une analyse de la morphologie du lit pourra être conduite afin d'évaluer l'engagement à la fois de(s) :
 - aménagements connexes qui peuvent faire l'objet, selon le cas, d'une phase de travaux intermédiaires à l'issue de la 1^{ère} phase de travaux qui seraient à définir au stade AVP ;
 - la 2^{ème} phase des travaux sur le restant des ouvrages du secteur étudié.
- Un suivi topographique (profil en long du fond et de la ligne d'eau à bas débit + quelques profils en travers) : avant travaux, n+1, n+ 3 (et éventuellement n+5) ; couplé à une analyse qualitative morfo-sédimentaire des dépôts et du matelas alluvial au droit des aménagements au besoin à prévoir à n+3 et n+5 (voire avant si dynamique d'évolution importante en fonction du rythme des crues morphogènes) ;
- Réalisation d'un Indice d'Attractivité Morphodynamique (IAM) pour suivre la diversité des habitats aquatiques : avant travaux, n+1, n+ 3 (et éventuellement n+5).

En complément, quelques éléments de suivi biologique pourront être pertinents afin de compléter le retour d'expérience : Pêche électrique à n+1, n+ 3 et n+5.

A l'issue de la 2^{ème} phase de travaux, un suivi pourra également être mené mais davantage axé sur l'aspect habitat et hydrobiologie en raison d'actions sur des ouvrages liés à cette problématique et non à celle de l'hydromorphologie du linéaire.

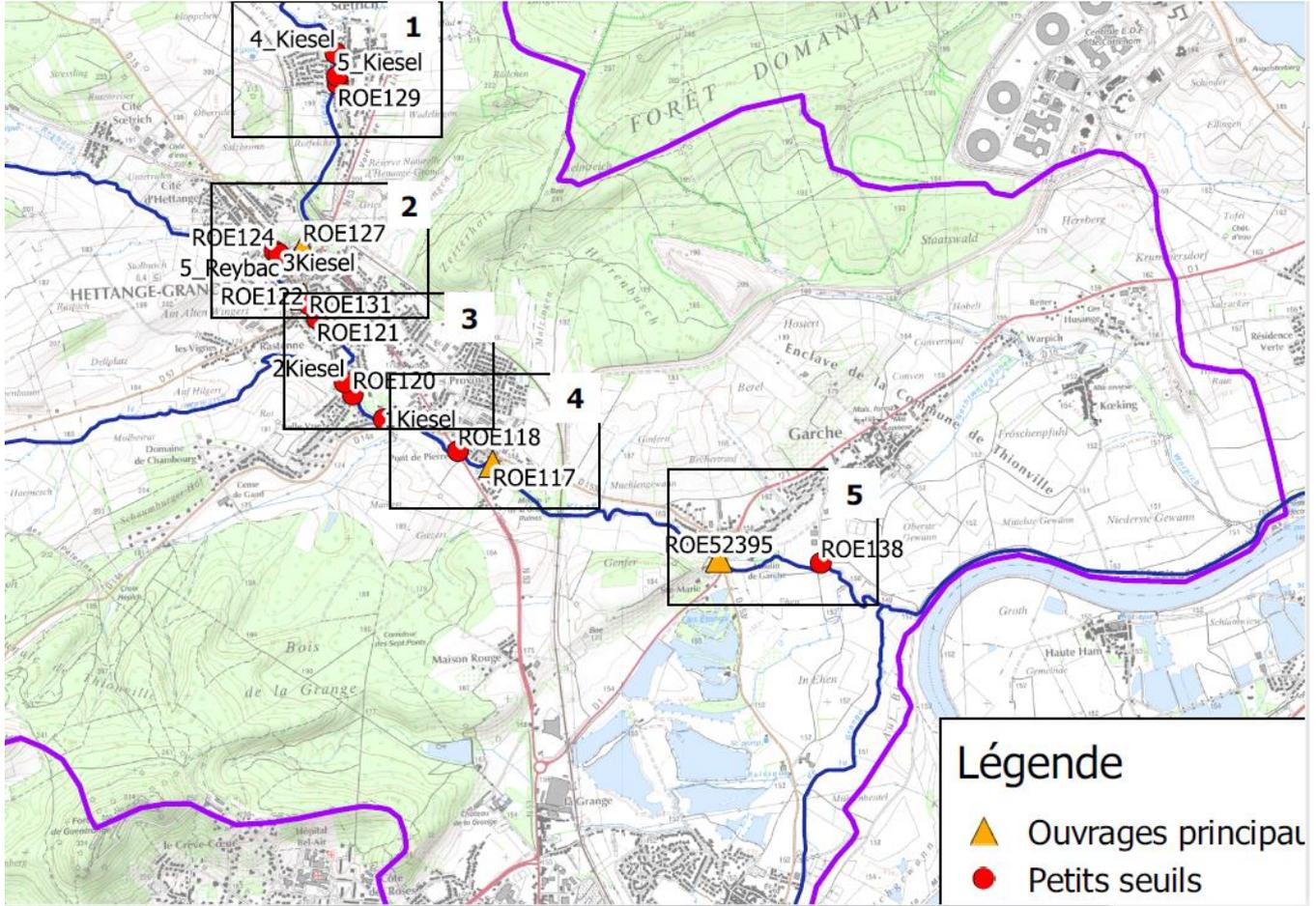
ANNEXE 1

Localisation des ouvrages hydrauliques

Etude globale des ouvrages hydrauliques de la Kiesel et ses affluents

Etude de faisabilité

RAPPORT DE PHASE 2 – MISE A JOUR



Etude globale des ouvrages hydrauliques de la Kissel et ses affluents

Etude de faisabilité

RAPPORT DE PHASE 2 – MISE A JOUR



Etude globale des ouvrages hydrauliques de la Kissel et ses affluents

Etude de faisabilité

RAPPORT DE PHASE 2 – MISE A JOUR

